Hans Meyer

Die Prognose der langfristigen Nachfrage nach Leistungen von Unternehmen

- Grundlagen, Instrumente, Erstellung -

1970

1971

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41547228_0037

Die Prognose der langfristigen Nachfrage nach Leistungen von Unternehmen
- Grundlagen, Instrumente, Erstellung -

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
eines Doktors der Wirtschaftswissenschaft

durch den
Fachbereich Wirtschafts- und
Sozialwissenschaften der West-
fälischen Wilhelms-Universität
zu Münster

vorgelegt von
Diplom-Volkswirt

Hans Meyer

aus Essen

1971

3. Ein einfaches Modell der sozialökonomischen Evolution 57
4. Rückblick auf die Stagnationsthese 60

§ 7. Kausal- und Evolutionsvarianten 69

1. Die zeitliche und räumliche Bedingtheit von Kausalzusammenhängen 69
2. Ein subjektives Maß zur Variantentrennung 70

2. Teil:

Die mathematischen Instrumente 72

3. Kapitel: Die Einfachregression 72

§ 8. Die Abstraktion von Zusammenhängen 72

1. Die Existenz von Zusammenhängen 72
2. Beobachtung, Abstraktion und Kontingenz 74

§ 9. Die Prinzipien der Repräsentation 77

1. Das Prinzip der Neutralität 77
2. Das Prinzip des möglichst Naheliegens 79

§ 10. Die Methode der kleinsten Quadrate 84

1. Die Ursprungsmethode 84
2. Die Abweichungsmethode 87
3. Die Nullbedingungen 90

§ 11. Die Methode der kleinsten Potenzen 91

1. Die Wahl beliebiger Fehlerpotenzen 91
2. Die Methode der kleinsten absoluten Fehler 95

§ 12. Die nichtlineare Einfachregression 102

1. Potenzfunktionen 102
2. Exponentialfunktionen 104

4. Kapitel: Die Mehrfachregression 110

§ 13. Die Methode der kleinsten Quadrate 110

1. Die Repräsentation von Zusammenhängen mit mehr als einer wesentlichen Ursache 110
2. Die allgemeine algebraische Darstellung 111
3. Graphische Darstellung 116

§ 14. Numerische Methoden 116

1. Die unmittelbare Verwendung der Lösungsgleichung 116
2. Die Zusammenfassung zu einem linearen Gleichungssystem 121
3. Die Kondition 122
4. Die Methode von Cholesky 124
5. Die Methode der Orthogonalisierung 125
6. Die Zerlegung mit Hilfe der allgemeinen Basistransformation 128
7. Die Zerlegung mit Hilfe eines Gleichungssystems 129
8. Der partielle Regressionskoeffizient 130

§ 15. Die nichtlineare und die technische Mehrfachregression 132

1. Potenz- und Exponentialfunktionen 132
2. Die technische Mehrfachregression 132

5. Kapitel: Die Schachtelregression 134

§ 16. Die Parameter als Funktion 134

1. Die algebraische Darstellung 134
2. Die Bedeutung für die Darstellung empirischer Zusammenhänge 136

§ 17. Die allgemeine Regression 138

1. Die Methode der kleinsten Potenzen 138
2. Die der Regression vorgegebenen Überlegungen 138

6. Kapitel: Einige weitere Instrumente 142

§ 18. Reduzierte Formen 142

1. Der Methodenpluralismus 142
2. Das Gleichungssystem 143
3. Vor- und Nachteile der reduzierten Formen 150

§ 19. Die Input-Output-Analyse 151

1. Das Gleichungssystem 151
2. Vor- und Nachteile der Input-Output-Analyse 155

7. Kapitel: Die Kontingenz 157

§ 20. Die Abstraktionsfehler 157

1. Neutralität und numerische Genauigkeit 157
2. Der mittlere Abstraktionsfehler 158
3. Die Analyse der einzelnen Abstraktionsfehler 158
4. Der Korrelationskoeffizient 159
5. Der Vergleichskoeffizient 164

§ 21. Das Wahrscheinlichkeitskalkül 164

1. Zeitreihen 164
2. Eine Kontroverse 168
3. Die Prüfung der Kompatibilität der Strukturen 171
4. Einige Konsequenzen 176

3. Teil

Die Erstellung der Prognose 179

8. Kapitel: Die Basisanalyse 179

§ 22. Der Basisraum 179

1. Einige einleitende Betrachtungen zur Erstellung von Prognosen 179

2. Prognoseraum und Basisraum 181
3. Die homogenen Unterregionen 184

§ 23. Die Basiszeit 186

1. Die Entwicklung einer Zusammenhangshypothese 186
2. Die Ermittlung der besten Zusammenhänge 194
3. Die Bestimmung der Basiszeit 196
4. Einige weitere Methoden 198

§ 24. Die Substruktur 202

1. Die Untersuchung der Substruktur von Makrophänomenen 202
2. Die Untersuchung der homogenen Unterregionen des Prognoseraumes 213

§ 25. Der Hintergrund 215

1. Grenzfälle der Analyse des Prognoseraumes 215
2. Der Parallelraum 217
3. Die Analyse der Parallelregionen und der Vergleich mit dem Prognoseraum 218
4. Hintergrund und Kontingenz 221

9. Kapitel: Die Extrapolation 223

§ 26. Die "klassische" Prognosemethode 223

1. Die Technik der Extrapolation 223
2. Die Ermittlung der Zukunftswerte der unabhängigen Variablen 228

§ 27. Eine kritische Prüfung 232

1. Gegenwärtige Auffassungen 232
2. Die Extrapolationsbedingungen und die zunehmende Komplexität des sozialökonomischen Systems 233
3. Die Extrapolation und das homogene Zeitintervall 234
4. Die Beurteilung der Extrapolation 238

10. Kapitel: Die Prognose 239

§ 28. Der Leitraum 239

1. Die Untersuchung weiter entwickelter sozialökonomischer Systeme und ihrer Evolution 239
2. Bedingungen für die Verwendbarkeit als Leitregion 243
3. Die geographische Abgrenzung der Leitregionen und die Zusammenfassung zum Leitraum 249
4. Leitraum und Leitbild (dominante sozialökonomische Systeme) 251

§ 29. Das Prognosemodell 255

1. Das Leitmodell 255
2. Das Sukzessionsmodell 261

3. Das Konjekturalmodell 264
4. Die Zusammenfassung zum Prognosemodell 266
5. Die Initialprognose 271
6. Die Überprüfung der Prognose 272
7. Die Repetitionsprognose 277

§ 30. Einige abschließende Betrachtungen 278

1. Zur Definition der Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen 278
2. Zur Kontroverse über die Möglichkeit wissenschaftlicher Prognosen 280
3. Die Bedeutung der Prognose für den unternehmerischen Entscheidungsprozeß 283

Literaturverzeichnis 286

1. Teil: Prolegomena - die theoretischen und empirischen Grundlagen

1. Kapitel: Die Kausalität

§ 1. Einleitende Betrachtungen

1. Die langfristige Nachfrage nach Leistungen von Unternehmen

Die bedeutendsten Industriestaaten Westeuropas sind, nachdem die Schwierigkeiten des Wiederaufbaus nach dem zweiten Weltkrieg im wesentlichen überwunden waren, zu einem Wirtschaftssystem zurückgekehrt, in dem, im Rahmen der gesellschaftlichen Ordnungen, in erster Linie das freie Spiel der Kräfte von Angebot und Nachfrage über den Erfolg unternehmerischer Aktivität entscheidet. Für jedes Unternehmen, das sich in diesem Spiel der Kräfte behaupten will, ergeben sich also zwei Fragen, die für die geschäftspolitischen Entscheidungen von grundlegender Bedeutung sind, nämlich erstens, werden die Leistungen, die das Unternehmen von jetzt ab anzubieten vermag, auch weiterhin nachgefragt werden, und zweitens, wenn die erste Frage positiv beantwortet werden kann, wird es dem Unternehmen möglich sein, sich gegenüber dem, was die Konkurrenz anbieten wird, so zu behaupten, daß es den unternehmerischen Erfolg erwirtschaftet, den es sich zum Ziel gesetzt hat? Alle übrigen mit der unternehmerischen Aktivität verbundenen Fragen, wie insbesondere die nach der Finanzierung, der Investition, der Beschaffung, dem Personal, der Produktion und dem Absatz lassen sich den beiden grundlegen-

den Fragen nach Nachfrage und Angebot, und zwar nahezu vollständig der zweiten dieser Fragen unterordnen. Gegenstand der nun folgenden Abhandlung ist nur eine unter den Fragen, die aus der ersten grundlegenden Frage abgeleitet werden können, und zwar die, ob und auf welche Weise es möglich ist, mit Hilfe wissenschaftlicher Verfahren zu ermitteln, wie sich die Nachfrage nach einer bestimmten von einem Unternehmen erstellten oder erstellbaren Leistung *langfristig* entwickeln wird. Solche Aussagen über die zukünftige Entwicklung wirtschaftlicher Phänomene wie etwa der Nachfrage, die sowohl hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Möglichkeit als auch bezüglich der ihnen zugrundeliegenden Verfahren heute wie vor Jahrzehnten umstritten sind, werden in der wirtschaftswissenschaftlichen Literatur und in der unternehmerischen Praxis als Prognose oder Projektion eines Phänomens, wie etwa der Nachfrage nach Leistungen von Unternehmen, bezeichnet. In dieser Abhandlung wird, zunächst ohne Begründung, der Begriff Prognose und nicht der Begriff Projektion verwendet.

Daß in dieser Abhandlung speziell die langfristige Nachfrage hinsichtlich ihrer Prognostizierbarkeit untersucht wird, ist durch die Beobachtung angeregt worden, daß eine Prognose, die sich auf eine Aussage über die kurzfristige oder mittelfristige Entwicklung der Nachfrage beschränkt, für viele Unternehmen keine hinreichende Basis für jene geschäftspolitischen Entscheidungen darstellt, die von den Entscheidungsinstanzen dieser Unternehmen notwendigerweise getroffen werden müssen, wenn sie die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Unternehmen wiedererlangen, erhalten oder erhöhen wollen. Die Ursachen für die Notwendigkeit, einer rationalen Geschäftspolitik eine Prognose über die langfristige Entwicklung der Nachfrage zugrunde zu legen, sind, je nach Branche und Unternehmen, vielfältiger Natur. In vielen Fällen erfordern z.B. die Konkurrenz internationaler Großunternehmen sowie die moderne Technologie,

daß, auch gemessen an der Finanzkraft dieser Unternehmen, sehr bedeutende, unteilbare Investitionen in Forschung und Produktionsanlagen vorgenommen werden müssen, die nur dann den erstrebten wirtschaftlichen Ertrag erbringen, wenn die Nachfrage nach den mit diesen Anlagen erstellten Leistungen auf lange Sicht erhalten bleibt, oder unter Umständen sogar nur dann, wenn die Nachfrage langfristig ein bestimmtes Mindestwachstum aufweist. Jede durch eine unzulängliche Prognose der langfristigen Nachfrage verursachte Fehldimensionierung der Investitionen bedeutet in dieser Situation eine Schwächung der Marktmacht des Unternehmens, wenn die Konkurrenz auf Grund besserer Prognosen und infolgedessen adäquaterer Investitionspolitik nachhaltig bessere Ergebnisse erwirtschaftet.

Diese Bedeutung, die die Prognose der langfristigen Entwicklung der Nachfrage für viele Unternehmen westlicher Industriestaaten besitzt, ist m.E. ein hinreichender Anlaß, in dieser Abhandlung den Versuch zu unternehmen, ausgehend von den ausführlich und explizit zu erarbeitenden theoretischen und empirischen Grundlagen, die bei solchen Prognosen verwendeten Instrumente und die Verfahren ihrer Erstellung unter Beachtung der wichtigsten hierzu in der wissenschaftlichen Literatur diskutierten strittigen Fragen erneut zu überprüfen.

2. Phanero- und Kryptometamorphose

Die methodische Konzeption der in dieser Abhandlung beabsichtigten Prüfung, ob und auf welche Weise die langfristige Entwicklung wirtschaftlicher Größen wie etwa der Nachfrage prognostiziert werden kann, besteht nun darin, alle weiteren Überlegungen dieser Abhandlung auf zwei *heuristische Thesen* aufzubauen. Erstens, Prognosen der hier zu untersuchenden Art sind weder grundsätzlich unmöglich, noch sind sie in jedem Falle mit der Sicherheit und Genauigkeit durchführbar, die angesichts der Erfordernisse unternehmerischer Entscheidungsbildung notwendig sind. Zweitens, die prognosti-

schen Möglichkeiten nehmen in dem Maße zu, in dem die zur Prognose verwendeten Instrumente und Erstellungsverfahren dadurch *problemadäquater* gestaltet werden, daß die *Kompatibilität* der *Formalstruktur* dieser Instrumente und Verfahren mit der *Realstruktur* der empirischen Entwicklung wirtschaftlicher Größen verbessert wird.

Ausgehend von diesen beiden heuristischen Thesen ist es nun zweckmäßig, zur Erleichterung der weiteren Überlegungen die Kriterien der Notwendigkeit und der Möglichkeit, Prognosen langfristiger Entwicklungen zu erstellen, etwas näher zu bestimmen und durch eine adäquate Terminologie zu verdeutlichen.

Wenn z.B. ein *stationärer* Zustand gegeben und darüber hinaus bekannt ist, daß er notwendigerweise genau in der Form in Zukunft weiter bestehen wird, in der er bereits in der Vergangenheit vorhanden war, dann besteht keine Schwierigkeit, die zukünftige Entwicklung einer wirtschaftlichen Größe, wie etwa der langfristigen Nachfrage, richtig vorauszubestimmen. In diesem Falle ist es also möglich, eine Prognose mit hinreichender Sicherheit und Genauigkeit zu erstellen. Gleichzeitig ist hier jedoch die Prognose, d.h. die Ermittlung der langfristigen Entwicklung mit Hilfe bestimmter Instrumente und Verfahren, überflüssig, da im stationären Zustand die wirtschaftlichen Größen konstant sind, so daß im hier angenommenen Fall aus der Kenntnis der gegenwärtigen Nachfrage unmittelbar die Kenntnis ihrer zukünftigen Beschaffenheit folgt.

Ist dagegen erkennbar, daß eine wirtschaftliche Größe wie z.B. die Nachfrage auf lange Sicht mit Sicherheit erheblich anders beschaffen sein wird als gegenwärtig oder erst recht anders als in der Vergangenheit, stellt sie also eine im Sinne wirtschaftswissenschaftlicher Terminologie *evolutionäre* Größe dar, dann ist die Prognose der langfristigen Nachfrage aus der Sicht des Unternehmens offenbar notwendig, denn die Kenntnis ihrer bisherigen Entwicklung vermittelt nun nicht mehr

notwendigerweise ein richtiges Bild von ihrer zukünftigen Beschaffenheit. Ob eine Prognose in dieser Situation möglich ist, hängt davon ab, ob die hier unterstellten bedeutenden Metamorphosen wirtschaftlicher Größen wie z.B. der langfristigen Nachfrage bekannt oder mit bestimmten wissenschaftlichen Methoden erkennbar sind[1]. Ist diese Bedingung völlig erfüllt, dann ist eine hinreichend sichere und genaue Prognose möglich. Dabei ist nicht unterstellt worden, daß diese Metamorphosen besonders einfacher Art sein müssen. Sie können beliebig verwickelt sein, ohne daß dies die Sicherheit und Genauigkeit der Prognose beeinträchtigt, wenn und solange es Instrumente und Verfahren gibt, mit denen sich diese zukünftigen Entwicklungen erkennen lassen. Es wird darüber hinaus nicht unterstellt, daß sie ohne weiteres, oder bereits mit sehr einfachen Analysen erkennbar sein müssen. Es wird nur verlangt, daß solche Instrumente und Verfahren, unter Umständen sehr komplizierte und aufwendige, bestehen oder entwickelt werden können. Evolutionen dieser Art werden als erkennbare Metamorphose oder *Phanerometamorphose*[2] wirtschaftlicher Größen wie z.B. der langfristigen Nachfrage nach Leistungen von Unternehmen bezeichnet.

[1] Bombach hat möglicherweise, nach der Wiedergabe Borchardts, diesen Gedankengang wenigstens im Grundsatz bereits einmal formuliert: "Konstant müßten sie ja nicht sein, aber ihre Entwicklung müsse vorhersagbar sein". Auf Grund des speziellen Zusammenhangs, in dem er dies äußerte, läßt sich jedoch nicht mit Sicherheit sagen, ob er eine so generelle Aussage, wie ich sie hier beabsichtige, wirklich treffen wollte. K. Borchardt, Bericht über die mündlichen Verhandlungen. In: Diagnose und Prognose als wirtschaftswissenschaftliche Methodenprobleme. Verhandlungen auf der Arbeitstagung des Vereins für Socialpolitik, Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, in Garmisch-Partenkirchen 1961. Hrsg. von H. Giersch und K. Borchardt. (Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F., Bd. 25. Arbeitstagungen zur Erörterung der Aufgaben und Methoden der Wirtschaftswissenschaft in unserer Zeit.) Berlin 1962. S. 547.

[2] Abgeleitet von φανερός: sichtbar, offenbar, offenkundig, deutlich, öffentlich bekannt, und μετα-μορφόω: in eine andere Gestalt verwandeln; also: erkennbare Entwicklung oder Umwandlung.

Besteht jedoch keine Möglichkeit, die hier unterstellte wesentliche Evolution z.B. der Nachfrage mit einwandfreien wissenschaftlichen Methoden zu erhellen, dann ist zwar auch hier eine Prognose aus der Sicht des Unternehmens notwendig, aber offensichtlich nicht möglich. Diese Art der Evolution wird als nicht erkennbare Metamorphose oder *Kryptometamorphose*[1] bezeichnet.

Aus den drei eben betrachteten Fällen ergibt sich, daß die in der wirtschaftswissenschaftlichen Diskussion üblichen Begriffe "stationär" und "evolutionär" (oder "evolutorisch"), die allgemein zur Bezeichnung konstanter oder im Zeitablauf sich verändernder realer wirtschaftlicher Größen dienen[2], zwar geeignet sind, zwischen den Fällen langfristiger Entwicklungsvorgänge zu unterscheiden, in denen eine Prognose überflüssig bzw. notwendig ist, mit ihrer Hilfe läßt sich jedoch nicht ausdrücken, ob die zukünftigen Entwicklungen einer Prognose zugänglich sind oder nicht, da bei evolutionären Vorgängen beide Fälle eintreten können.

Das gleiche träfe für das Begriffspaar *statisch* und *dynamisch* zu, wenn es zur Beschreibung historischer Abläufe verwendet würde[3].

---

[1] Abgeleitet von κρύπτω: verbergen, verhüllen; also: verborgene, nicht erkennbare Entwicklung oder Umwandlung.

[2] H. Sauermann, Einführung in die Volkswirtschaftslehre. Bd. I. Wiesbaden 1960. S. 24.

[3] In der Wirtschaftswissenschaft wird dieses Begriffspaar jedoch seit Ragnar Frisch nicht mehr zur Beschreibung realer Vorgänge im Zeitablauf, sondern zur Kennzeichnung der Struktur bestimmter analytischer Verfahren in der Wirtschaftstheorie verwendet. (Außerhalb der wirtschaftswissenschaftlichen Diskussion hat sich diese Sprachregelung noch nicht allgemein durchgesetzt.) W. Krelle, Preistheorie. (St. Galler Wirtschaftswissenschaftliche Forschungen, Bd. 17.) Tübingen, Zürich 1961. S. 536. Sauermann, a.a.O., S. 24. Wie eindeutig die heute übliche Interpretation auf Frisch zurückgeht, läßt sich aus seinen beiden Schriften entnehmen, in denen er sich in den dreißiger Jahren mit der Dynamik auseinandersetzte. R. Frisch, Propagation Problems and Impulse Problems in Dynamic Economics. (Universitetets Økonomiske Institutt, Publikasjon nr. 3.) Oslo 1933. Reprinted from Economic Essays in Honor of G. Cassel. (London) S. 1 f. Derselbe, On the Notion of Equilibrium and Disequilibrium. "The Review of Economic Studies", Vol. III (1935-1936), repr. New York 1959, S. 100.

Da also diese beiden in der wirtschaftswissenschaftlichen Terminologie enthaltenen Begriffspaare nicht geeignet sind, jene Eigenschaften von Entwicklungen wirtschaftlicher Größen zu beschreiben, die für die Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer Prognose bestimmend sind, werden für diesen Zweck im folgenden die Begriffe *phanerometamorph* und *kryptometamorph* verwendet.

3. Prognose, Kausalität und Evolution

Angesichts der Bedeutung, die der Strukturkompatibilität der Instrumente und Verfahren auf Grund der zweiten heuristischen These beigemessen wird, ist es nun wesentlich, auf welcher theoretischen Grundlage die Formalstruktur der zur Prognose zu verwendenden Instrumente und Verfahren entwickelt werden soll. Die in der modernen Prognoseliteratur m.E. herrschende Meinung geht davon aus, daß die wissenschaftliche Prognose der Entwicklung wirtschaftlicher Größen auf das *Kausalprinzip* aufzubauen ist[1]. Von dieser Auffassung wird auch in die-

[1] H. Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose. (Hand- und Lehrbücher aus dem Gebiet der Sozialwissenschaften.) Tübingen, Zürich 1964. S. 16 f. "Die Beobachtung und kausaltheoretische Durchleuchtung der laufenden Vorgänge ... ist die primäre Aufgabe der Wirtschaftswissenschaften schlechthin. Es kann kein Zweifel bestehen, daß genügende Kenntnisse der Zusammenhänge im Wirtschaftsleben vorhanden sein müssen, bevor ein Ausblick in die Zukunft gewagt werden kann." A. Hanau und E. Wöhlken, Probleme der langfristigen Strukturprognose und der Branchenprognosen im Agrarsektor. In: Diagnose und Prognose, a.a.O., S. 383. M. Ezekiel, Methods of Correlation Analysis. 2nd ed. New York, London 1949. S. 31. W.R. Bihn, Wandlungen in der statistischen Zeitreihenanalyse und deren Bedeutung für die ökonomische Forschung. "Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik", Stuttgart, Bd. 180 (1967), S. 132. G. Myrdal, Das politische Element in der nationalökonomischen Doktrinbildung. Mit einem Nachwort von P. Streeten. Übers. von M. Müller auf der Grundl. der Übers. von G. Mackenroth. (Schriftenreihe der Forschungsstelle der Friedrich-Ebert-Stiftung. A. Sozialwissenschaftliche Schriften.) Hannover 1963. S. 1. G.H. Orcutt, Actions, Consequences, and Causal Relations. "The Review of Economics and Statistics", Cambridge, Mass., Vol. XXXIV (1952), S. 306. R. Stone, The Role of Measurement in Economics. The New March Lectures, 1948-1949, Given at University College, London. (University of Cambridge, Department of Applied Economics, Monographs 3.) Cambridge 1951. S. 23.

ser Abhandlung ausgegangen, jedoch, hierin im Gegensatz zur herrschenden Meinung, ohne von vornherein zugleich auch davon auszugehen, daß das Kausalprinzip grundsätzlich, wenigstens aber aus Gründen der Zweckmäßigkeit einem umfassenderen Wahrscheinlichkeitsprinzip unterzuordnen ist. Vielmehr wird die Frage nach der Strukturkompatibilität des Wahrscheinlichkeitskalküls, die seit langem umstritten ist, in dieser Abhandlung als zentrales Prognoseproblem aufgefaßt, das einer besonders eingehenden Erörterung bedarf.

Der kausaltheoretischen Interpretation der Entwicklung wirtschaftlicher Größen liegt, völlig unabhängig davon, ob sie in das Wahrscheinlichkeitsprinzip eingebettet wird oder nicht, der Gedanke zugrunde, daß eine wirtschaftliche Größe wie z.B. die Nachfrage nach einer wirtschaftlichen Leistung in Art, Umfang und zeitlichem Auftreten durch eine Vielzahl wirtschaftlicher und gesellschaftlicher Phänomene, die zusammenfassend als *sozialökonomische*[1] Phänomene bezeichnet werden, *verursacht* wird. Daraus folgt, daß die langfristige Entwicklung der Nachfrage nach einer bestimmten von einem Unternehmen angebotenen oder anbietbaren Leistung in aller Regel um so phanerometamorpher und damit um so genauer und sicherer prognostizierbar sein wird, je besser es gelingt, folgende drei Fragen zu beantworten:

a. Von *welchen* sozialökonomischen Phänomenen wird die zu prognostizierende Nachfrage langfristig abhängen?

b. Wie werden die *Zusammenhänge* zwischen diesen Phänomenen und der Nachfrage langfristig beschaffen sein?

---

[1]Dieser Begriff wird hier verwendet, um auf möglichst knappe Weise ausdrücken zu können, daß neben den wirtschaftlichen Phänomenen im engeren Sinne zugleich auch die gesellschaftlichen Phänomene gemeint sind, da es in der weiteren Diskussion in aller Regel auf beide Gruppen von Phänomenen ankommen wird. In dieser Interpretation wird der Begriff "sozialökonomisch" m.E. in einem umfassenderen Sinne verwendet als der Begriff der "Sozialökonomie" von H. Giersch, Allgemeine Wirtschaftspolitik. Bd. 1: Grundlagen. (Die Wirtschaftswissenschaften, Reihe B, Nr. 9.) Wiesbaden 1960. S. 23 f.

c. Wie werden sich die die Nachfrage verursachenden Phänomene langfristig *entwickeln*?

Die Prognose der langfristigen Nachfrage setzt also unter anderem die Prognose der nachfrageverursachenden Phänomene voraus. Ist deren langfristige Entwicklung bekannt oder hinreichend phanerometamorph, so hängt die Nachfrageprognose davon ab, wie gut der Zusammenhang zwischen Ursache und Wirkung, hier der Nachfrage, bestimmt werden kann.

Auf Grund dieser Überlegungen kann also gesagt werden, daß die wissenschaftliche Prognose der langfristigen Nachfrage eine kausaltheoretische Aussage über die Evolution sozialökonomischer Phänomene ist.

4. Die Kausalität in den Wirtschaftswissenschaften

Die Diskussion über die Kausalität ist in den Wirtschaftswissenschaften stets vom Vergleich mit der jeweils in der Physik herrschenden Interpretation der Kausalität beherrscht worden[1]. Es ist daher m.E. zweckmäßig,

---

[1] M.G. Kendall, Natural Law in the Social Science. "Journal of the Royal Statistical Society", Series A (General), London, Vol. 124 (1961), S. 2. "... ever since that time (1832/34) there has been a feeling that perhaps something analogous to the laws of the physical sciences might be found to operate in the behavioural sciences." (Einfügung von mir.) O. Morgenstern, A New Look at Economic Time Series Analysis. In: Money, Growth and Methodology and other Essays in Economics in Honour of Johan Åkerman. Ed. by H. Hegeland. (Lund Social Science Studies, No. 20.) Lund 1961. S. 264. "... economic theory had been modelled after classical mechanics!" Vgl. hierzu vor allem: V. Pareto, Anwendungen der Mathematik auf Nationalökonomie. In: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Erster Band in zwei Teilen. Arithmetik und Algebra. Redigiert von W.F. Meyer. T. 2. Leipzig 1900-1904. S. 1099 ff. O. Anderson, Moderne Methoden der statistischen Kausalforschung in den Sozialwissenschaften. "Allgemeines statistisches Archiv", München, Bd. 37 (1953), S. 290. Derselbe, Induktive Logik und statistische Methode. Ebenda, Bd. 41 (1957), S. 238. F.O. Bonhoeffer, Langfristige Branchenprojektionen. Methoden und Probleme. (Schriftenreihe des Ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung, Nr. 54.) Berlin, München 1963. S. 13. H. Hartwig, Naturwissenschaftliche und sozialwissenschaftliche Statistik. "Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft", Tübingen, Bd. 112 (1956), S. 252. Ebenda, S. 260. H. Ritschl, Die Methode des Verstehens in der Konjunkturdiagnose. In: Diagnose und Prognose, a .O., S. 6. H.St. Seidenfus, Inwie- (Fortsetzung S. 10.)

zur Klärung der dabei auftretenden Fragen, die meist nicht explizit behandelt werden, zunächst die in der modernen Physik vertetenen Auffassungen näher zu betrachten. Das gilt um so mehr, als erst nach einer genaueren Bestimmung dessen, was unter sozialökonomischer Kausalität zu verstehen ist, sich die Möglichkeit eröffnet, zur Bestimmung von Kausalzusammenhängen und Evolutionsvorgängen in der Sozialökonomie die geeigneten formallogischen Instrumente zu finden und problemadäquat zur Erstellung von Prognosen anzuwenden.

Es trägt m.E. wesentlich zur Klärung der im folgenden zu untersuchenden Fragen bei, wenn zwei Aspekte der Kausalität, die oft und leicht miteinander vermengt werden und dann zu Unklarheiten führen, streng auseinandergehalten werden: die Aspekte der *Unbestimmtheit* und der *Unbeständigkeit* von Kausalzusammenhängen.

§ 2. Die Unbestimmtheit von Kausalzusammenhängen

1. Interdependenz, Hintergrund, Substruktur und Abstraktion

Zwei für die Diskussion über die Kausalität grundlegend wichtige Sätze scheinen in der *Physik* bisher unwiderlegt und wohl auch unwidersprochen zu sein: Erstens, jedes physikalische Phänomen ist durch andere physika-

---

weit ist die verstehende Methode für die Konjunkturdiagnose nützlich oder unerläßlich? In: Ebenda, S. 14 f. O. Anderson jr. und K. Winckler, Die kurzfristige Konjunkturprognose. In: Ebenda, S. 84 f. G. Weippert, Zur verstehenden Methode. In: Ebenda, S. 169 f. H. König, Probleme der langfristigen Strukturprognose und der Branchenprognosen. In: Ebenda, S. 271 ff. H. Albert, Nationalökonomie als Soziologie. Zur sozialwissenschaftlichen Integrationsproblematik. "Kyklos", Basel, Vol. XIII (1960), S. 18. Als Beispiel der umgekehrten Bezugnahme s. z.B. M. Planck, Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit. Rede, gehalten bei der Feier zum Gedächtnis des Stifters der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin, am 3. August 1914. In: Derselbe, Physikalische Abhandlungen und Vorträge. Bd. III. Aus Anlaß seines 100. Geburtstages hrsg. von dem Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften und der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. Braunschweig 1958. S. 79.

lische Phänomene bewirkt worden und bewirkt seinerseits wiederum irgend etwas[1]; zweitens, strenggenommen sind alle Phänomene des Universums interdependent[2].

Wird nun irgendein physikalisches Phänomen herausgegriffen, so folgt aus diesen beiden Aussagen, daß alle übrigen Phänomene zusammen seine Ursache bilden. Damit sind seine Ursachen aber offenbar noch nicht vollständig erfaßt, denn aus den beiden Aussagen folgt weiter, daß dieses bestimmte, herausgegriffene Phänomen, das, strenggenommen, auf alles übrige einwirkt, und, da alle übrigen wiederum auf es einwirken, auf dem Umweg über andere Phänomene auf sich selbst einwirkt und so selbst zu seinen eigenen Ursachen zählt.

Jedes physikalische Gesetz, das Aussagen über Zusammenhänge zwischen Phänomenen enthält, erfaßt aber nur eine beschränkte Anzahl von Phänomenen explizit[3]. Jedes Gesetz läßt also, ganz abgesehen von der Rückwirkung eines Phänomens auf sich selbst, die - unendlich vielen - übrigen Phänomene entweder völlig unberücksichtigt oder erfaßt sie nur mit einem summarischen Ausdruck. Diese Gesamtheit aller nicht explizit erfaßten Phänomene

---

[1] D. Bohm, Causality and Chance in Modern Physics. Foreword by L. de Broglie. London 1957. S. 1. M. Planck, Kausalgesetz und Willensfreiheit. Öffentlicher Vortrag, gehalten in der Preußischen Akademie der Wissenschaften am 17. Februar 1923. In: Derselbe, Vorträge und Erinnerungen. 5. Aufl. der Wege zur physikalischen Erkenntnis. Volksausgabe. Stuttgart 1949. S. 141. "Alles, was sich ereignet, hat eine oder mehrere Ursachen, welche zusammen das betreffende Ereignis als Wirkung notwendig nach sich ziehen, und umgekehrt kann jedes Ereignis als die Ursache eines oder mehrerer mit Notwendigkeit darauf folgender Ereignisse angesehen werden." (Zu den weiteren Ausführungen Plancks in dieser Rede vgl.: Derselbe, Scheinprobleme der Wissenschaft. Vortrag, gehalten zuerst am 17. Juli 1946 im Physikalischen Institut der Universität Göttingen. In: Ebenda, S. 350 ff.) J.M. Keynes, A Treatise on Probability. London 1948. S. 248.

[2] Bohm, a.a.O., S. 143. Ebenda, S. 8. The International Dictionary of Physics and Electronics. London o.J. S. 132. (Zu beachten ist hier der sog. "Lichtkegel".)

[3] Bohm, a.a.O., S. 3 u. passim.

wird als *Hintergrund*[1] des betreffenden Gesetzes bezeichnet.

Jedes physikalische Gesetz ist aber, über die eben erfaßten hinaus, noch weiteren Beschränkungen unterworfen. Das folgt daraus, daß, abgesehen von den kleinsten bekannten physikalischen Phänomenen, jedes andere Phänomen offenbar ein aus diesen kleinsten Phänomenen, bzw. Gruppen von diesen, zusammengesetztes Makrophänomen ist. Die Ansichten darüber, welche die kleinsten, nicht mehr teilbaren physikalischen Phänomene sind, änderten sich mit dem Stand der physikalischen Forschung. Ob der gegenwärtigen Physik bereits die kleinsten Phänomene bekannt sind, scheint zumindest zweifelhaft. Die Gesamtheit bzw. eine unter bestimmten Gesichtspunkten ausgewählte Teilmenge der Unterphänomene eines Makrophänomens wird als *Substruktur*[2] dieses zusammengesetzten Phänomens bezeichnet. Soweit sich ein physikalisches Gesetz also auf Makrophänomene bezieht, deren Substruktur es nicht explizit erfaßt, ist es selbst hinsichtlich der explizit von ihm berücksichtigten Makrophänomene keine vollständige Aussage, denn es sieht dann vor allem auch von den Einwirkungen ab, die sich aus der eigenen Substruktur der verursachten Phänomene ergeben können, ganz abgesehen von Veränderungen in der nicht explizit erfaßten Substruktur der explizit erfaßten verursachenden Phänomene sowie der Substruktur der Hintergrundphänomene.

Jedes physikalische Gesetz verweist also bis auf wenige Phänomene alle übrigen in den Hintergrund und erfaßt die Substruktur der beteiligten Makrophänomene allenfalls teilweise. Jedes Gesetz ist also in diesem Sinne eine *Abstraktion*[3] in der eigentlichen Bedeutung

---

[1] Bohm, a.a.O., S. 9 u. passim.

[2] Ebenda, S. 138 u. passim.

[3] Ebenda, S. 2. Vgl. auch ebenda, S. 146 u. passim. M. Planck, Der Kausalbegriff in der Physik (1932). In: Physikalische Abhandlungen, a.a.O., S. 226 ff. Derselbe, Positivismus und reale Außenwelt. Vortrag, gehalten am 12. November 1930 im Harnack-Haus der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wis- (Fortsetzung S. 13.)

dieses Wortes.

Bei den Gesetzen, die den Umlauf der Erde um die Sonne beschreiben, gehören z.B. alle Himmelskörper, die nicht explizit von diesen Gesetzen erfaßt werden, zum Hintergrund. Die Substruktur der Erde besteht hier z.B. aus der Oberflächengestaltung der Erde, etwa in der Verteilung der Gebirge und Meere oder in den Bewegungen der Luftmassen über dieser Oberfläche[1]. Bei Gesetzen über Atome bilden etwa die Temperaturen eines übergeordneten Systems, in dem sich die Atome befinden, den Hintergrund und die Elektronen sowie die Kernteilchen die Substruktur.

2. Kompensation, Autonomie und Konstanz

Da jedes physikalische Gesetz nur eine Abstraktion irgendeines Zusammenhangs zwischen Phänomenen ist, kann es sich bei konkreter, empirischer Überprüfung dann, und nur dann, wenn die *Gesamtwirkung* des Hintergrundes und der nicht explizit erfaßten Substruktur gleich *Null* ist, als völlig *exakt* erweisen. D.h., nur in diesem Fall kann auch bei den größtmöglichen Anforderungen an die Genauigkeit keine Differenz zwischen Abstraktion und Realität eintreten. Von Meßungenauigkeiten ist bei dieser Argumentation noch völlig abgesehen worden.

Daß die Gesamtwirkung des Hintergrundes und der Substruktur gleich Null ist, setzt offenbar nicht voraus, daß der Hintergrund sowie die implizite Substruktur ohne Einfluß auf das verursachte Phänomen sind. Vielmehr kann der Einfluß der Phänomene des Hintergrundes und der Substruktur beliebig stark sein, wenn und solange diese Einflüsse einander völlig auf-

---

senschaften. In: Vorträge, a.a.O., S. 239 ff. Derselbe, Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft. Vortrag, gehalten zuerst im November 1941 im Goethe-Saal des Harnack-Hauses der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften zu Berlin. In: Ebenda, S. 367 ff. In diesen Abhandlungen von Planck ist der Begriff "Weltbild" ungefähr in dem Sinne zu verstehen, in dem Bohm wiederholt den Begriff der "Abstraktion" verwendet.

[1] Bohm, a.a.O., S. 36.

heben. In diesem Fall der vollständigen *Kompensation* der Einwirkungen aus Hintergrund und Substruktur ist das verursachte Phänomen, scheinbar, nur von den explizit erfaßten Phänomenen abhängig. Das verursachte Phänomen bzw. der ganze Zusammenhang wird dann als völlig *autonom* hinsichtlich des Hintergrundes und der Substruktur bezeichnet[1].

In dem Maße, in dem diese Kompensation der Wirkungen nicht vollständig eintritt, weicht der empirische Befund, selbst wenn von Beobachtungsfehlern bei der Messung der Phänomene abgesehen wird, von dem aus der Abstraktion folgenden Ergebnis ab. Das Ausmaß der beobachteten Abweichungen der realen Ergebnisse von denen, die aus der Abstraktion folgen, entscheidet über die Qualität einer Abstraktion, oder auch, falls sich die Abweichungen auch durch eine andere Auswahl von theoretisch plausiblen, expliziten verursachenden Phänomenen nicht genug reduzieren lassen, über die Möglichkeit einer hinreichend verifizierbaren Abstraktion beim gegenwärtigen Stand des Wissens.

Das verursachte Phänomen bzw. der Zusammenhang besitzt dann wegen der unvollständigen Kompensation auch nur eine begrenzte Autonomie.

Sei nun irgendein in der Vergangenheit auf Grund empirischer Beobachtungen oder mathematischer Überlegungen[2] formuliertes Gesetz über Einwirkungen expli-

---

[1] Bohm, a.a.O., S. 149.

[2] G. Cantor, Historische Notizen über die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle 1873. In: Derselbe, Gesammelte Abhandlungen mathematischen und philosophischen Inhalts. Mit erläuternden Anmerkungen sowie mit Ergänzungen aus dem Briefwechsel Cantor - Dedekind. Hrsg. v. E. Zermelo. Nebst einem Lebenslauf Cantors von A. Fraenkel, Hildesheim 1962. S. 357. Cantor hat die Möglichkeit, daß Gesetze außer durch Beobachtung auch durch mathematische Überlegungen gefunden werden können, sehr klar formuliert: "... andererseits wirkt aber die Mathematik ... wahrhaft schöpferisch und läßt auf Tatsachen schließen, die teils der Beobachtung entgangen sind, teils aber auch ein so kompliziertes Gewebe haben, daß die Empirie, welche sie nachträglich zu bestätigen sucht, aus eigenem Antrieb schwerlich zu ihrer Entdeckung gelangt sein würde ..." Bohm, a.a.O., S. 13 f.

zit erfaßter Phänomene auf ein bestimmtes Phänomen gegeben, das durch *wiederholte*[1] natürlich gegebene Ereignisse[2] oder entsprechende Experimente *stets* hinreichend genau bestätigt worden ist. Dann ist es offensichtlich, daß diese Bestätigung nur dadurch möglich war, daß die Einflüsse, die aus dem Hintergrund und der Substruktur[3] auf die explizit erfaßten Phänomene einwirken, in ihrer Gesamtwirkung hinreichend *konstant* waren.

Diese Konstanz der Gesamtwirkung des Hintergrundes und der Substruktur setzt offensichtlich nicht voraus, daß sich sowohl im Hintergrund als auch in der Substruktur überhaupt nichts verändert hat. Vielmehr können in beiden beliebig starke Veränderungen vorgegangen sein, wenn und solange sie sich hinreichend kompensieren.

In der Physik gibt es kein einziges Gesetz, das einen Zusammenhang erfaßt, der sich bei empirischen Messungen als völlig autonom erweist. Daraus folgt, daß es kein einziges Gesetz gibt, mit dessen Hilfe beliebig exakte Voraussagen möglich wären. Max Planck hat dies einmal sehr eindeutig formuliert[4]: "In keinem einzigen Fall ist es möglich, ein physikalisches Ereignis genau vorauszusagen." Das gilt auch im Bereich der Astronomie. Die Bewegung eines Planeten hängt z.B., wenn auch in sehr geringem Ausmaß, von der Verteilung von Land und

[1] Bohm, a.a.O., S. 13.

[2] Unter "natürlichen" Ereignissen werden im Gegensatz zu Experimenten solche Ereignisse verstanden, die experimentell nicht herstellbar sind, sondern nur dann beobachtet werden können, wenn sie in der Natur auftreten, wie etwa astronomische oder geologische Vorgänge.

[3] Mit dem Begriff Substruktur wird im folgenden, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes hervorgehoben wird, stets die nicht explizit erfaßte Substruktur bezeichnet.

[4] M. Planck, Die Kausalität in der Natur. Erweiterung der Guthrie-Lecture, vorgetragen am 17. Juni 1932 in der Physical Society of London. In: Vorträge, a.a.O., S. 253. Bohm, a.a.O., S. 16. Ebenda, S. 19 f.

Wasser auf diesem Planeten ab, also von seiner Substruktur. Gleichzeitig üben sehr ferne Sterne einen geringen, oder Kometen sogar einen größeren Einfluß auf die Planetenbahn aus, also Einflüsse, die aus dem Hintergrund heraus wirken[1]. Bei Beobachtungen, bei denen diese Einflüsse und die sich aus ihnen ergebenden Abweichungen von den Berechnungsergebnissen der Abstraktion völlig unbedeutend sind, kann gesagt werden, das Ereignis sei *praktisch* exakt berechenbar. In einem anderen Fall und bei anderen Berechnungszwecken können aber offenbar auch solche kleineren Differenzen erheblich sein.

3. Determinismus, Indeterminismus und Approximismus

Gegenüber diesen Differenzen zwischen den Ergebnissen aus der Abstraktion und der empirischen Messung sind im Lauf der letzten rund 200 Jahre in der Physik verschiedene Standpunkte eingenommen worden.

Im vorigen Jahrhundert herrschte die Auffassung vor, daß im Prinzip in der Physik alles streng determiniert sei. Differenzen zwischen den als absolut und endgültig richtig angesehenen Gesetzen, vor allem denen von Newton, und den empirischen Messungen wurden als durch Beobachtungsfehler entstanden erklärt. Eine weitere Möglichkeit, die Fehler zu erklären war die, daß die Ursachen nicht vollständig erfaßt seien. Würden aber zusätzliche Ursachen in ein Gesetz aufgenommen, so lange bis schließlich alle erfaßt sind, so wäre damit jeder Vorgang exakt berechenbar, d.h. mit beliebiger Genauigkeit bestimmbar (abgesehen von Beobachtungsfehlern).

---

[1] Bohm, a.a.O., S. 36. Weipperts Ausführungen, a.a.O., S. 170, treffen also nicht ganz zu: "Die Tatsache bleibt bestehen, daß man mittels naturwissenschaftlicher, genauer, makrophysikalischer Gesetze sowohl weit zurückliegende als auch weit vorausliegende Ereignisse ... genauestens bestimmen kann ..." Diese Behauptung trifft nicht einmal für die Gesetze Newtons zu: Bohm, a.a.O., S. 12. "... even Newton's laws of motion, which for over two hundred years were regarded as absolutely correct expressions ... which had behind them ... an enormous number of reproducible and very precise experiments ... were ultimately found to be only an approximation."

Die konsequenteste Formulierung dieser Auffassung, die auch heute noch in allen Diskussionen über die Kausalität hervorgehoben wird[1], wurde von *Laplace*[2] gegeben, der davon ausging, daß eine Intelligenz, die in der Lage wäre, alle Gegebenheiten des Universums für einen bestimmten Augenblick zu erfassen, in eine Gleichung einzubringen und diese zu lösen, damit zugleich alle Ereignisse einer beliebig entfernten Vergangenheit sowie einer beliebig entfernten Zukunft genau bestimmen könne. Diese Auffassung wird allgemein mit dem Begriff des *strengen Determinismus* bezeichnet und dieser wird wiederum oft mit dem Begriff der Kausalität identifiziert[3].

Diese Auffassung geht jedoch nicht auf exakte, nachprüfbare Experimente zurück, sondern ist das Ergebnis einer *philosophischen* Ansicht[4], welche die Gültigkeit

---

[1] W. Heisenberg, Atomforschung und Kausalgesetz. "Universitas", Stuttgart, Jg. 9 (1954), S. 226. Derselbe, Das Naturbild der heutigen Physik. (rowohlts deutsche enzyklopädie, Bd. 8.) 13. Aufl. Hamburg 1966. S. 25. Bohm, a.a.O., S. 36 u. passim. B. Bavink, Das Weltbild der heutigen Naturwissenschaften und seine Beziehungen zu Philosophie und Religion. Iserlohn 1947. S. 68. Planck, Der Kausalbegriff, a.a.O., S. 237. G. Marinell, Die Zähmung des Zufalls. "Allgemeines statistisches Archiv", Göttingen, Bd. 51 (1967). S. 448. R.B. Lindsay and H. Margenau, Foundations of Physics. New York, London 1936. S. 517.

[2] Laplace (Pierre Simon, Marquis de), Théorie analythique des probabilités. 3e éd., revue et augmentée par l'auteur. Paris 1820. Wieder abgedruckt in: Oeuvres complètes de Laplace. T. 7e. (Livre I u. II) Paris 1886. S. VI. "Une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l' Analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome: rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir, comme le passé, serait présent à ses yeux."

[3] McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology. An International Reference Work in Fifteen Volumes. Vol.2. New York 1960. S. 571. Physikalisches Wörterbuch. Hrsg. von W.H. Westphal. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1952. S. 649. The International Dictionary, a.a.O., S. 132.

[4] Bohm, a.a.O., S. 37. M. Born, Die statistische Deutung der Quantenmechanik. Nobelvortrag, ge- (Fortsetzung S. 18.)

der Newtonschen Sätze für alle möglichen Phänomene *unterstellte*[1].

Diese Auffassung von der Natur ist von den Physikern inzwischen allgemein aufgegeben worden, nachdem sich gegen Ende des vorigen Jahrhunderts erwies, daß die Newtonschen Gesetze nicht die allgemeine Gültigkeit besaßen, die ihnen zugeschrieben worden war[2].

Seit Beginn dieses Jahrhunderts bildete sich in der Physik zunehmend eine herrschende Auffassung heraus, die jeden Determinismus und damit auch jede in diesem Sinn interpretierte Kausalität völlig ablehnte[3]. Sie ersetzte diesen durch das andere Extrem, nämlich den *strengen Indeterminismus*[4]. Differenzen zwischen den Gesetzen und der empirischen Beobachtung werden hier auf einfache Weise dadurch geklärt, daß jeder Zusammenhang das Ergebnis von Zufällen sei. Die hohe Genauigkeit, mit der sich bestimmte Zusammenhänge mit

---

halten am 11. Dezember 1954. In: Derselbe, W. Heisenberg, P. Jordan, Zur Begründung der Matrizenmechanik. (Dokumente der Naturwissenschaft, Abteilung Physik, Bd. 2.) Stuttgart 1962. S. 10.

[1] Bohm, a.a.O., S. 37.

[2] Ebenda, S. 34 ff. Ebenda, S. 130 ff. Ebenda, S. 158 ff.

[3] M. Planck, Positivismus, a.a.O., S. 228. Derselbe, Determinismus oder Indeterminismus. Vortrag, gehalten in der Technischen Hochschule München am 4. Dezember 1937. In: Vorträge, a.a.O., S. 334 f. Born, a.a.O., S. 10. W. Heisenberg, Die Entwicklung der Quantenmechanik. Vortrag, gehalten 1933 bei Entgegennahme des Nobelpreises in Stockholm. In: Derselbe, Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft. Zehn Vorträge. 9., erw. Aufl. Stuttgart 1959. S. 26 ff. Derselbe, Wandlungen in den Grundlagen der exakten Naturwissenschaften in jüngster Zeit. Vorgetragen in der ersten allgemeinen Sitzung anläßlich der Hauptversammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, Hannover, am 17. September 1934. Zuerst abgedruckt in den "Naturwissenschaften", Jg. 22 (1934). In: Ebenda, S. 43 ff. Derselbe, Die Plancksche Entdeckung und die philosophischen Grundfragen der Atomlehre. Vortrag, auf der Gedenkfeier zu Max Plancks 100. Geburtstag gehalten am 23. April 1958 in Berlin. In: Ebenda, S. 160 ff. Derselbe, Das Naturbild, a.a.O., S. 24 ff. Derselbe, Atomforschung, a.a.O., S. 229. Bohm, a.a.O., S. 62.

[4] Ebenda, S. 63.

Hilfe relativ einfacher Gesetze berechnen lassen, geht nach dieser Auffassung auf nichts anderes als besonders hohe Wahrscheinlichkeiten zurück, die aber Ausnahmen, wenigstens im Prinzip, stets zulassen[1]. Mit Hilfe von statistischen Gesetzen wird berechnet, mit welcher Wahrscheinlichkeit Abweichungen bestimmter Größe von der Abstraktion auftreten können. Alle Zusammenhänge sind nach dieser Auffassung statistisch zu formulieren[2].

Aber diese Auffassung war und ist durchaus nicht unbestritten. Gerade einige der bedeutendsten Physiker haben Kritik an ihr geübt[3], und diese Kritik scheint seit einiger Zeit zuzunehmen. Als Kernpunkt der Kritik kann hier, wie gegenüber dem strengen Determinismus, die Aussage angesehen werden, daß der Indeterminismus ebenfalls eine *philosophische* Aussage ist, da er, ohne dies wirklich experimentell beweisen zu können, die Gültigkeit ganz bestimmter Gesetze für alle möglichen Phänomene und Situationen *unterstellt*[4].

Eine dritte, neuere Auffassung wählt einen Ansatzpunkt, der sich nicht a priori auf die ausschließliche Gültigkeit entweder des strengen Determinismus oder des strengen Indeterminismus festlegt. Das geschieht im wesentlichen aus drei Gründen:

a. Es ist kein physikalisches Gesetz bekannt, das exakt verifizierbar wäre[5].

---

[1] Heisenberg, Das Naturbild, a.a.O., S. 26. Bavink, a.a.O., S. 76. Planck, Dynamische, a.a.O., S. 80. Bohm, a.a.O., S. 161.

[2] Born, a.a.O., S. 10. Heisenberg, Atomforschung, a.a.O., S. 229.

[3] L. de Broglie, Foreword. Enthalten in: Bohm, a.a.O., S. ix ff. Bohm, a.a.O., S. 94 ff. Born, a.a.O., S. 9. H. Sachsse, Naturerkenntnis und Wirklichkeit. Einführung in die Naturphilosophie I. Brauschweig 1967. S. 124. Zu den hier erwähnten Kritikern gehören: Einstein, Planck, de Broglie und Schrödinger.

[4] Bohm, a.a.O., S. 65.

[5] Planck, Die Kausalität, a.a.O., S. 253. Derselbe, Der Kausalbegriff, a.a.O., S. 221. Derselbe, Dynamische, a.a.O., S. 80. Bohm, a.a.O., S. 16 ff.

b. Es ist mathematisch bewiesen worden, daß genauso, wie Kausalgesetze als bloße Approximation von Wahrscheinlichkeitsgesetzen aufgefaßt werden können, andererseits statistische Gesetze als Approximation von Kausalgesetzen darstellbar sind[1].

c. Es entspricht der bisherigen historischen Erfahrung der physikalischen Forschung, daß stets neue Bereiche erkennbar wurden, die mit den früheren Theorien nicht erfaßt werden konnten[2]. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, daß die weitere Forschung zu Ergebnissen gelangt, die es notwendig machen, bisherige Auffassungen aufzugeben, auch solche, die als grundlegend und endgültig galten. Der Indeterminismus geht im Grunde genauso wie der Determinismus davon aus, daß der wissenschaftliche Stand bzw. die Realitätsinterpretationen einer ganz bestimmten Epoche in ihren wesentlichen Grundlagen endgültig sind[3], während die allgemeine wissenschaftliche Erfahrung lehrt, daß jeder wissenschaftliche Stand und seine Interpretationen provisorisch sind[4].

Diese dritte Auffassung, die im folgenden als Approximismus bezeichnet wird, stellt Kausalgesetze und Wahrscheinlichkeitsgesetze *gleichberechtigt* nebeneinander[5]. Dabei wird die *Kausalität* als eine besondere Form des *Notwendigen*[6] und der *Zufall* der Wahrscheinlichkeitsgesetze als eine besondere Form des *Möglichen*[7] bezeichnet. Die allgemeinere Form des Zufalls, nämlich das, was irgendwie möglich ist, wird zum Unterschied vom streng wahrscheinlichkeitstheoretisch definierten Zufall als *Kontingenz*[8] bezeichnet.

---

[1] Bohm, a.a.O., S. 64 f.
[2] Ebenda, S. 133.
[3] Ebenda, S. 96. Ebenda, S. 101 ff. Ebenda, S. 132.
[4] De Broglie, a.a.O., S. x.
[5] Bohm, a.a.O., S. 3. Ebenda, S. 10. Ebenda, S.142 f.
[6] Ebenda, S. 2 (Fußnote).
[7] Ebenda.
[8] Ebenda.

Die durch die Gesamtwirkung des Hintergrundes und der Substruktur bedingte Unbestimmtheit von Kausalzusammenhängen kann nun als Kontingenz aufgefaßt werden, der Zusammenhang zwischen den explizit erfaßten Phänomenen als Kausalzusammenhang bzw. als das, was notwendig eintritt, wenn von Hintergrund und Substruktur abstrahiert wird[1]. Sind nun in einem bestimmten Fall die Kontingenzen von geringer Bedeutung, dann ist es zweckmäßig, eine kausaltheoretische Betrachtungsweise anzuwenden. Sind dagegen Kausalzusammenhänge in einem bestimmten Fall von geringer Bedeutung und tritt die Kontingenz in der Form des wahrscheinlichkeitstheoretischen Zufalls auf, so ist es zweckmäßig, ein bestimmtes Wahrscheinlichkeitsgesetz als einen Ausdruck dafür zu betrachten, was mit bestimmter Wahrscheinlichkeit eintritt, wenn von kausalen "Störungen" abgesehen wird[2]. Beide Betrachtungsweisen sind also nur Approximationen[3] bzw. Abstraktionen, und welche die jeweils bessere abstrakte *Repräsentation* der realen Gegebenheiten ist, muß von Fall zu Fall entschieden werden[4].

Kausalgesetze und Wahrscheinlichkeitsgesetze sind nach approximistischer Auffassung nur zwei *Partialgesetze* die einander korrigieren können[5]. Beide sind daher in angemessener Weise miteinander in Verbindung zu bringen. Ein *Naturgesetz* als umfassende Aussage schließt daher, nach dieser Interpretation, Kausalgesetze, Wahrscheinlichkeitsgesetze und solche Gesetze ein, welche diese beiden

---

[1] Bohm, a.a.O., S. 3.

[2] Ebenda, S. 142.

[3] Ebenda, S. 142 f. "A point of view that avoids the errors that generally result from assuming either causal laws or laws of chance to be basic and final kinds of laws ... In this point of view we regard *both classes of laws as approximations* ... " (Hervorhebung von mir.)

[4] Ebenda, S. 143.

[5] Ebenda, S. 28. Ebenda, S. 143. Ebenda, S. 3.

Gesetzesklassen miteinander verbinden[1].

4. Die Verwendbarkeit physikalischer Begriffe in der Sozialökonomie

Ähnlich wie in der Physik besteht in der Sozialökonomie die Auffassung, daß alle für diese Wissenschaft relevanten Phänomene interdependent sind (*allgemeine sozialökonomische Interdependenz*)[2].

Der in der Sozialökonomie allgemein verwendete Begriff der *Daten* enthält in der üblichen Interpretation sowohl die Menge der in einem Zusammenhang nicht explizit erfaßten Phänomene (Hintergrund), die Menge oder Teilmenge der nicht explizit erfaßten Unterphänomene des Phänomens, das als Einheit explizit in einem Zusammenhang erfaßt wird (nicht expliziter Teil der Substruktur), als auch die explizit erfaßten verursachenden Phänomene eines Zusammenhangs[3].

Sozialökonomische *Aggregate* sind Summen sozialökonomischer Phänomene oder sozialökonomische Durchschnitte[4]. Sie sind also Makrophänomene, die eine Substruktur aufweisen. Jeder explizit formulierte Zusammenhang zwischen sozialökonomischen Phänomenen ist, wie jeder physikalische Zusammenhang, eine Abstraktion, also eine Darstellung, bei der an sich zu den Ursachen zählende Phänomene in den Hintergrund verwiesen werden und die, bei Aggregaten, eine Substruktur aufweist, welche, streng genommen, ebenfalls den Ursachen zuzurechnen ist.

Es ist daher m.E. zweckmäßig, die Begriffe Hinter-

---

[1] Bohm, a.a.O., S. 3. Es ist also keineswegs ein Gebot wissenschaftlicher Sorgfalt, die Verwendung der Kausalität zu vermeiden, wie Simon behauptet. H.A. Simon, Causal Ordering and Identifiability. In: Studies in Econometric Method. Ed. by Wm.C. Hood and T.C. Koopmans. (Cowles Commission for Research in Economics Monograph, No. 14.) New York, London 1953, S. 49.

[2] Vgl. z.B. O. Lange, Die allgemeine Interdependenz der Wirtschaftsgrößen und die Isolierungsmethode. "Zeitschrift für Nationalökonomie", Wien, Bd. IV (1933), S. 64. J. Åkerman, Theory of Industrialism. Causal Analysis and Economic Plans. Lund 1960. S. 284.

[3] Sauermann, a.a.O., S. 30.

[4] Ebenda, S. 21. Vgl. z.B. auch R. Bićanić, The Threshold of Economic Growth. "Kyklos", Basel, Vol. XV (1962). S. 12.

grund und Substruktur auch bei der Diskussion sozialökonomischer Zusammenhänge zu verwenden, da der Datenbegriff für die Diskussion der Kausalität nicht präzise genug ist.

Bei dem gesamtwirtschaftlichen Zusammenhang zwischen privatem Verbrauch und Einkommen, der nur diese beiden Phänomene umfaßt, stellen z.B. relativ gut quantifizierbare Phänomene wie Bevölkerung, Steuern, Außenhandel sowie solche, die sich einer Quantifizierung weitgehend entziehen, wie etwa der technische Fortschritt und die Verhaltensweisen, den Hintergrund dar. Einkommensverteilung, Verbrauchergruppen, Konsumgüterklassen sind z.B. einige der hier wesentlichen Substrukturen. Es ist offensichtlich, daß eine einfache Beziehung zwischen Einkommen und Verbrauch nur sehr beschränkt autonom gegenüber dem Hintergrund und der Substruktur sein kann. Darüber hinaus fällt etwas an diesem sozialökonomischen Beispiel auf, was in der Physik[1] keine entsprechend große Bedeutung wie in der Sozialökonomie zu besitzen scheint, nämlich der offenbare, direkte Zusammenhang zwischen Substruktur und Hintergrund, im vorliegenden Beispiel etwa zwischen Konsumgüterklassen, Außenhandel, Steuern, technischem Fortschritt und Verhaltensweisen.

Es ist offensichtlich, daß zwischen Physik und Sozialökonomie insofern kein prinzipieller Unterschied besteht, als in beiden Bereichen jeder explizit formulierte Zusammenhang eine Abstraktion ist, also ein Ausdruck, der den realen Tatbestand nicht mit völliger Bestimmtheit beschreiben kann.

Ähnlich wie in der Physik hat es in der Sozialökonomie bedeutende Strömungen gegeben, die sich früher zu einer "mechanistischen" Verfahrensweise bekannten[2],

---

[1] Bohm, a.a.O., S. 59.

[2] Vgl. z.B. Pareto, a.a.O., S. 1119. "Die Analogien zwischen der mathematischen Wirtschaftslehre und der reinen Mechanik sind übrigens zahlreich und tiefgreifend ..."

oder in der Gegenwart mehr zu einer rein stochastischen[1]. Beide Richtungen lehnten sich dabei bewußt an die Physik an. Eine Berufung auf "*die*" Physik ist aber angesichts des gegenwärtigen Standes des Diskussion in dieser Wissenschaft nicht möglich. Es ist m.E. wenig zweckmäßig, im Gefolge der scheinbar gegenwärtig herrschenden Auffassungen von vornherein sozialökonomische Zusammenhänge ausschließlich wahrscheinlichkeitstheoretisch zu interpretieren und sich dabei auf diese Methode festzulegen. Das gilt um so mehr, als nicht von vornherein klar ist, ob die unzweifelhaft vorhandenen Kontingenzen wirklich in der Form des formalen, wahrscheinlichkeitstheoretischen Zufalls auftreten. Aus *heuristischen* Gründen wird daher in dieser Abhandlung bei allen weiteren Überlegungen vom Approximismus ausgegangen, also jede a priori Entscheidung zugunsten einer kausalen oder wahrscheinlichkeitstheoretischen Betrachtungsweise vermieden[2], um völlige Freiheit bei der Suche nach problemadäquaten Methoden zu haben und nicht Methoden unberücksichtigt zu lassen, nur weil eine unzweckmäßige und möglicherweise sogar noch implizite Vorabentscheidung zugunsten einer bestimmten Interpretationsweise der Realität getroffen worden ist.

---

[1]Vgl. z.B. T. Haavelmo, The Probability Approach in Econometrics. "Econometrica", Chicago, Ill., Vol. 12, Supplement, (1944), S. 105.

[2]J. Fourastié, Le grand espoir du XXe siècle. Progrès technique, progrès economique, progrès social. 3e éd., revue et augmentée. Préface de André Siegfried. Paris 1952. S. 237. "... ainsi l'univers que nous avons sous les yeux n'est ni exclusivement déterminé, ni exclusivement aléatoire ..." Planck, Die Kausalität, a.a.O., S. 268 f. "Allerdings läßt sich das Kausalgesetz ebenso wenig beweisen wie logisch wiederlegen, es ist also weder richtig noch falsch; aber es ist ein *heuristisches* Prinzip, ein Wegweiser, und zwar nach meiner Meinung der wertvollste Wegweiser, den wir besitzen, um uns in dem bunten Wirrwarr der Ereignisse zurechtzufinden ..." (Hervorhebung von mir.) Derselbe, Positivismus, a.a.O., S. 241. R.B. Lindsay, Grenzprinzipien in der modernen Physik."Universitas", Stuttgart, Jg. 3 (1948), S. 1475 ff. Sachsse, a.a.O., S. 61.

§ 3. Die Unbeständigkeit von Kausalzusammenhängen

1. Reproduzierbarkeit und Irrelevanz

Bei der Untersuchung der Unbestimmtheit von Kausalzusammenhängen stellte es sich heraus, daß die Gültigkeit eines Gesetzes über einen Zusammenhang nur dann durch empirische Untersuchungen stets erneut bestätigt werden kann, wenn die Gesamtwirkung des Hintergrundes und der Substruktur hinreichend konstant geblieben ist, bzw., wenn der Zusammenhang in hinreichendem Maße seine Autonomie gegenüber dem Hintergrund und der Substruktur bewahrt hat.

Wird nun dagegen angenommen, daß die Gesamtwirkung des Hintergrundes und der Substruktur nicht mehr konstant bleibt, sondern sich z.B. in einem solchen Ausmaß verändert, daß einige oder alle der explizit erfaßten Phänomene eines bestimmten Zusammenhangs völlig verschwinden und nirgendwo mehr existent sind, oder völlig neue, früher nicht existente Phänomene auftreten, die offenbar auf das verursachte Phänomen einen wesentlichen Einfluß ausüben, dann ist es damit offenbar unmöglich geworden, den früher einmal durch wiederholte Beobachtungen stets als richtig bestätigten Zusammenhang weiterhin zu bestätigen, weil die Voraussetzungen *nicht* mehr *reproduzierbar* sind.

Offenbar würde das Gesetz über den betreffenden Zusammenhang in einem solchen Fall *nicht* als *falsch* bezeichnet werden können, denn, wären alle früher erfüllten Bedingungen weiterhin erfüllt, dann ließe es sich ja erneut bestätigen. Für die Beschreibung der nach den angenommenen Veränderungen gegebenen neuen Zusammenhänge ist dieses Gesetz aber offensichtlich *irrelevant* geworden.

Gesetze über Zusammenhänge sind also, unter dieser Annahme, von unbeständiger Relevanz, weil die Phänomene, auf die sie sich beziehen, von unbeständiger Existenz sind. Dabei ist genau zu beachten, daß hierbei nicht die Existenz eines individuellen Phänomens, sondern die seiner ganzen *Gattung* gemeint ist. Dieser Aspekt der Kausalität wird mit dem Begriff der *Unbeständigkeit*

von Kausalzusammenhängen bezeichnet.

2. Kausalität und Evolution in der Physik

In der modernen Physik wird davon ausgegangen, daß es zu den wesentlichen Merkmalen der Materie gehört, daß sie einem zeitlich unbegrenzten, *irreversiblen* Entwicklungsprozeß unterworfen ist[1], in dessen Verlauf sich eine unerschöpfliche Vielfalt *neuer*[2] physikalischer Phänomene herausbildet. Nach dieser physikalischen Auffassung ist es nicht sinnvoll, die physikalischen Phänomene losgelöst von ihrer Evolution verstehen zu wollen[3]. Das kommt z.B. darin zum Ausdruck, daß in der modernen Physik nicht ausgeschlossen wird, daß *alle* gegenwärtig bekannten Elemente, wie grundlegend sie auch sein mögen, in früheren Stadien der Evolution des Universums nicht existent waren und im weiteren Verlauf wieder in irgend etwas anderes, Neues übergehen werden, das, genau wie die früheren Phänomene, völlig anderen Gesetzen gehorcht als die gegenwärtigen Phänomene[4]. Physikalische Gesetze sind also, nach dieser modernen Interpretation, von *zeitlich begrenzter Relevanz*, d.h. unbeständig. Da aber angenommen wird, daß die physikalische Evolution erst in Zeiträumen von Milliarden Jahren zu wesentlichen Veränderungen im eben beschriebenen Sinne führt, ist diese Evolution und damit die Abstraktion von der Zeit praktisch im allgemeinen unerheblich[5]. Wesentlich an dieser in der modernen Physik vertretenen Auffassung ist für die in dieser Abhandlung vorzunehmenden Untersuchungen, daß es nicht möglich ist, unter Berufung auf eine einhellige physikalische Lehre oder an Hand unwiderleglicher Tatsachen die Existenz von prinzipiell zeitlos relevanten Gesetzen zu behaupten.

---

[1] Bohm, a.a.O., S. 152 f u. passim. Ebenda, S. 164.
[2] Ebenda, S. 164.
[3] Ebenda, S. 148.
[4] Ebenda, S. 162 f. Ebenda, S. 150 f.
[5] Ebenda, S. 163. Ebenda, S. 158.

3. Kausalität und Evolution in der Biologie

Ebenso wie in der modernen Physik wird in der Evolutionsbiologie davon ausgegangen, daß alle Realität Evolution ist[1]. Von besonderer Bedeutung für diese Abhandlung ist nun vor allem, daß in der Evolutionsbiologie der Evolution der biologischen Phänomene die gleichen wesentlichen Merkmale zugeordnet werden, die auch in der modernen Physik hinsichtlich der Evolution der physikalischen Phänomene hervorgehoben wurden, nämlich die *Irreversibilität* der Evolution und die Herausbildung völlig *neuer* Phänomene[2]. Über diese beiden Merkmale hinaus wird der biologischen Evolution aber noch ein Merkmal zugeschrieben, das in der Diskussion der physikalischen Evolution nicht hervorgehoben wird, und zwar das der *Beschleunigung* des Evolutionsprozesses[3]. Ein gewisser Gegensatz zwischen der physikalischen und der biologischen Evolution besteht jedoch darin, daß für die biologische Evolution konkrete und eindeutige Beweisstücke vorliegen. Hintergrund und Substruktur sind daher in der Biologie in ihrer verändernden Wirkung auf Gattungen von Lebewesen gut nachweisbar. Gattungen von Lebewesen transformieren sich im Laufe längerer Zeiträume durch Veränderungen ihrer Substruktur, hervorgerufen durch die Mutationen der Erbanlagen[4]. Ob eine solche Veränderung in der Substruktur eine günstige Umformung ist, die sich in der jeweiligen Umwelt durchsetzen kann, hängt vom Hintergrund und seiner Entwicklung ab[5], z.B. vom Klima, der Vegetation, der übrigen Tierwelt usw. Hintergrund und Substruktur wirken hier in erkennbarer Weise bei der Ausmerzung bestehender Gattungen und der Neubildung von Gattungen aus

[1] J. Huxley, Entfaltung des Lebens. Übersetzt von J. und Th.A. Knust. 2. Aufl. (Bücher des Wissens, Fischer Bücherei, Bd. 61.) Frankfurt/M, Hamburg 1956. S. 11.

[2] Ebenda.

[3] Ebenda, S. 16.

[4] Ebenda, S. 120 f u. passim.

[5] Ebenda, S. 6. Ebenda, S. 57 u. passim.

älteren Formen zusammen, also bei einem Prozeß , bei dem eine ursprüngliche Form ihre Identität aufgibt und in etwas qualitativ wesentlich anderes übergeht. Daß Gattungen von Lebewesen völlig aussterben können, bedeutet also, daß, wie in der Physik, auch in der Biologie Gesetze, die sich auf solche Gattungen beziehen, irrelevant werden können, daß also Kausalgesetze, hier wie in der Physik, prinzipiell *unbeständig* sind. Wesentliche Veränderungen finden in der biologischen Evolution, im Gegensatz zur physikalischen Evolution, nicht in Einheiten von Milliarden Jahren statt, sondern innerhalb von einigen Millionen Jahren. Das kann dadurch begründet werden, daß die Autonomie von komplizierten organischen Molekülen, als Gattung gesehen, voraussetzt, daß deren Substruktur, die Atome, ebenfalls als Gattung, autonom sind. Es ist aber offenbar plausibel, daß die Makrophänomene weniger beständig sind als ihre Unterphänomene. Bemerkenswert ist jedoch, daß es in der Biologie auch Fälle von ganz außerordentlicher Autonomie gibt, wie etwa bei den Ameisen, die sich innerhalb von mehr als fünfzig Millionen Jahren in keiner wesentlichen Einzelheit verändert haben[1].

Die biologische Evolution kann wegen ihrer relativ guten Erforschtheit als Prototyp der Evolution angesehen werden[2].

4. Stagnation, Evolution und Kausalität in der Sozialökonomie

Aus dem gegenwärtigen Stand der in der sozialökonomischen Literatur geführten Diskussion kann m.E. nicht ohne weiteres eine Antwort auf die Frage abgeleitet werden, ob die historische Entwicklung der realen sozialökonomischen Phänomene die gleichen Merkmale aufweist, die in den Naturwissenschaften der

[1] Huxley, a.a.O., S. 133. H.-J. Wasserburger, 300 Millionen Jahre alte Seekatzen. "Frankfurter Allgemeine Zeitung", 11. Juni 1969 (Nr. 132), S. 24.

[2] Huxley, a.a.O., S. 10.

Evolution der physikalischen und der biologischen Phänomene zugeordnet werden. Damit bleibt auch die Frage offen, ob es überhaupt eine *sozialökonomische Evolution*, verstanden als die durch bestimmte Merkmale definierte Weiterentwicklung der Gesamtheit der sozialökonomischen Phänomene, gibt.

Das dies so ist, liegt einerseits an der auf die nationalökonomische Klassik zurückgehenden *Stagnationsthese*, die eine unbegrenzte Evolution des sozialökonomischen Systems im Sinne der Merkmale, die der physikalischen und der biologischen Evolution zugeordnet werden, ausschließt, während andererseits in den letzten Jahrzehnten in der sozialökonomischen Literatur die wesentlichen Veränderungen, denen die realen sozialökonomischen Systeme der westlichen Industriestaaten in den beiden letzten Jahrhunderten unterworfen waren, ausdrücklich diskutiert worden sind, wobei insbesondere die für diese Veränderungen charakteristischen *Strukturwandlungen* eingehender untersucht wurden. Darüber hinaus ist in der sozialökonomischen Literatur, die sich mit den historischen Entwicklungen der sozialökonomischen Phänomene während der letzten beiden Jahrhunderte befaßt, der Versuch unternommen worden, die ausdrücklich hervorgehobenen wesentlichen Veränderungen der sozialökonomischen Systeme dadurch mit der Stagnationsthese zu verbinden, daß versucht wird, aus bestimmten Merkmalen der historischen Entwicklung den notwendigen Übergang der bisherigen Veränderungsprozesse in einen stationären Zustand abzuleiten.

Obwohl die zeitliche und räumliche Bedingtheit von Kausalzusammenhängen in der sozialökonomischen Literatur durchaus diskutiert worden ist, kann, angesichts der bezüglich der Merkmale der sozialökonomischen Entwicklung noch offenen Fragen, aus der bisherigen Diskussion auch nicht unmittelbar und explizit entnommen werden, ob sozialökonomische Kausalzusammenhänge aus den gleichen Gründen unbeständig sind wie

naturwissenschaftliche Kausalzusammenhänge.

Ein Hinweis darauf, daß die Frage nach der sozialökonomischen Evolution und der Unbeständigkeit von Kausalzusammenhängen möglicherweise bereits innerhalb von Zeitspannen, die für die unternehmerische Planung und Entscheidung relevant sind, durchaus von praktischer Bedeutung sein kann, ergibt sich jedoch daraus, daß in der sozialökonomischen Literatur wiederholt darauf hingewiesen worden ist, daß sich in den modernen sozialökonomischen Systemen wesentliche Veränderungen sozialökonomischer Gegebenheiten innerhalb von zehn bis zwanzig Jahren, oder sogar innerhalb noch kürzerer Zeit, ergeben können.

Da also die Betrachtung der sozialökonomischen Literatur zu dem Ergebnis führt, daß ihr gegenwärtiger Diskussionsstand zwar einerseits nicht erlaubt, die Existenz einer sozialökonomischen Evolution unmittelbar und explizit aus ihr zu entnehmen, daß sie aber andererseits zumindest einige wesentliche Hinweise darauf enthält, daß die Existenz einer solchen Evolution und damit auch eine entsprechende Unbeständigkeit der für sie wesentlichen Kausalzusammenhänge nicht von vornherein ausgeschlossen werden kann, ist es m.E. notwendig, die *historische* Entwicklung der Systeme der westlichen Industriestaaten einer systematischen Überprüfung zu unterziehen, denn nur diese Überprüfung der tatsächlichen Entwicklung vermag Aufschluß über die Realstruktur der sozialökonomischen Entwicklung zu liefern, der es ermöglicht, jene Merkmale zu bestimmen, denen die Prognoseinstrumente und -verfahren möglichst weitgehend entsprechen müssen, denen sie aber auf Grund der Kompatibilitätsforderung zumindest nicht widersprechen dürfen. Leistungsfähig können diese Instrumente und Verfahren aber nur dann sein, wenn sie allen wesentlichen Merkmalen gleichzeitig entsprechen. Aus dieser Vollständigkeitsforderung folgt, daß es aus heuristischen Gründen nicht zweckmäßig ist,

bei der Betrachtung der historischen Entwicklung die Untersuchung allein auf die in der sozialökonomischen Literatur hervorgehobenen Entwicklungsmerkmale zu beschränken, sondern vielmehr auf jene Merkmale auszudehnen, denen in der Physik und der Biologie eine besondere Bedeutung beigemessen wird. Daher werden im folgenden insbesondere die Merkmale des Strukturwandels, des Verschwindens alter bzw. des Auftretens neuer Phänomene, der Beschleunigung sowie der Irreversibilität auf ihre historische Evidenz untersucht.

2. Kapitel: Die Evolution

§ 4. Die zeitlichen Aspekte der Evolution

1. Der Strukturwandel

Es entspricht der in der sozialökonomischen Literatur herrschenden Auffassung, davon auszugehen, daß im Laufe des achtzehnten Jahrhunderts eine Entwicklung einsetzte, in deren Gefolge sich die in den westlichen Industriestaaten bestehenden sozialökonomischen Systeme herausbildeten[1]. Entsprechend dieser Auffassung wird zunächst von einer Analyse der letzten zweihundert Jahre der sozialökonomischen Entwicklung ausgegangen.

Gegen Ende des achtzehnten Jahrhunderts setzte zunächst in England eine sozialökonomische Entwicklung ein, die sich im Laufe des neunzehnten Jahrhunderts insbesondere auf die Länder Nordwesteuropas und Nordamerikas übertrug. Diese mit der industriellen Revolution beginnende Entwicklung hat dazu geführt, daß sich die sozialökonomischen Verhältnisse in diesen Ländern so stark verändert haben, daß sie sich von den Zuständen, wie sie im frühen achtzehnten Jahrhundert und in den davor liegenden Epochen herrschten, in

[1] Vgl. z.B. J. Åkerman, Das Problem der sozialökonomischen Synthese. (Skrifter utgivna av Vetenskaps-Societeten i Lund, 21.) Lund 1938. S. 66. R. Bićanić, a.a.O., S. 26 f. J. Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., insbesondere S. XXII, 11, 32, 63, 81. Derselbe, La Civilisation de 1975. (Que sais-je? No 219.) 3e éd., remaniée. Paris 1953. Insbesondere S. 22, 25, 37, 54 f, 73 f. T.K. Derry and T.I. Williams, A Short History of Technology. From the Earliest Times to A.D. 1900. Oxford 1960. S. 42, 275 ff. W.W. Rostow, Stadien wirtschaftlichen Wachstums. Eine Alternative zur marxistischen Entwicklungstheorie. Übersetzt von E. Müller. Göttingen 1960. S. 18, 20.

entscheidender Weise abheben[1].

Eine der augenfälligsten Erscheinungen unter den Veränderungen, die während der letzten zweihundert Jahre vor sich gingen, nämlich der *Strukturwandel*, ist in der sozialökonomischen Literatur ausführlich behandelt worden. Die historische Evidenz dieses Merkmals der sozialökonomischen Entwicklung ist an vielen Beispielen dargestellt worden und kann als unbestritten gelten[2].

Der Zusammenhang zwischen der industriellen Revolution, die am Beginn der hier betrachteten Entwicklung stand, und diesen seither beobachtbaren wesentlichen Strukturwandlungen wird unmittelbar deutlich, wenn z.B. beachtet wird, wie zunächst mit der zunehmenden Verbreitung der Dampfmaschine der Anteil von Holz am gesamten Energieverbrauch zurückging und der Verbrauch an Kohle zunahm und dann wiederum der Anteil der Kohle zurückgedrängt wurde, als mit dem Aufkommen und der zunehmend allgemeineren Verwendung von Explosionsmotoren der Anteil der Kohle sank und der Anteil des Erdöls bedeutend zu werden begann[3]. Dies ist offenbar nur ein Beispiel unter den vielen sozialökonomischen Strukturwandlungen der letzten zweihundert Jahre. Wesentlich ist, daß alle diese Struk-

---

[1] Derry and Williams, a.a.O., S. 275. "Western man in 1900 looked back ... upon a period of ... industrial ... revolution ... he was fully entitled to say that his relationship to natural resources had been profoundly changed, and changed for the better. ... Today, indeed, the technological advances made up to 1900 seem by comparison a little less impressive than they once did ..."

[2] Åkerman hat die Bedeutung des Strukturwandels besonders stark hervorgehoben. Åkerman, Industrialism, a.a.O., S. 210. "... fundamental changes ... are actually nothing else than structural changes. ... Structural change is not an aspect of social, political, and economic occurrences - *it is the thing itself*. It is, of course, impossible to encompass more than the most conspicuous changes in the structure but in principle the structural concept implies no rationalization, no sublimation by abstraction."

[3] Report of the National Fuels and Energy Study Group on an Assessment of Available Infor- (Fortsetzung s. 34.)

turwandlungen auf Grund der sozialökonomischen Interdependenz miteinander verbunden sind. So ist z.B. offensichtlich, daß die Veränderungen innerhalb des Verbrauchs an Primärenergie unmittelbar mit dem in der Literatur ausführlich behandelten Wandel der relativen Anteile des primären, sekundären und tertiären Sektors an der Gesamtproduktion[1] oder mit der Veränderung der relativen Anteile der in diesen Sektoren Beschäftigten an der Gesamtheit der Beschäftigten[2] zusammenhängen.

Aus der empirischen Evidenz des sozialökonomischen Strukturwandels ergibt sich, daß es nicht problemadäquat wäre, bei der Erstellung von Prognosen über die langfristige Entwicklung der Nachfrage nach Leistungen von Unternehmen, wie z.B. der Nachfrage nach einer bestimmten Primärenergie, davon auszugehen, daß gegenwärtige Strukturen erhalten bleiben, noch davon, daß selbst die Richtung einer Strukturveränderung in Zukunft beibehalten werden wird. Prognosen langfristiger Entwicklungen sind also demnach notwendigerweise stets eine Aussage über die weitere Entwicklung von Struk-

---

mation on Energy in the United States to the Committee on Interior and Insular Affairs, United States Senate. Printed for the Use of the Committee on Interior and Insular Affairs. Committee Print, 87th Congress, 2d Session. Washington, September 21, 1962. S. 21. H.-J. Burchard, W. Müller-Michaelis, Europas Energiestruktur im Wandel. Mit einem Vorwort von E. Salin. (Erste Sonderreihe der List Gesellschaft, Stimmen der Praxis, Bd. 4.) Basel, Tübingen 1967. S. 71.

[1] J. Fourastié, Die große Hoffnung des zwanzigsten Jahrhunderts. Ins Deutsche übertragen von B. Lutz. Köln-Deutz 1954. S. 101. Bei diesem Schaubild, das die Struktur des Sozialprodukts über 160 Jahre hinweg darstellt, muß beachtet werden, daß es sich um eine *schematische* Darstellung handelt, obwohl sich dieses Schema auf ein ganz bestimmtes Land, nämlich die Vereinigten Staaten, bezieht.

[2] Derselbe, Le grand espoir, a.a.O., S. 74 u. passim. F. Kneschaurek, Wachstumsbedingte Wandlungen der Beschäftigungsstruktur im industriellen Produktionssektor. In: Strukturwandlungen einer wachsenden Wirtschaft. Verhandlungen auf der Tagung des Vereins für Socialpolitik, Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, in Luzern 1962. Hrsg. von F. Neumark. (Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F., Bde. 30/I u. II.) Berlin 1964. S. 720 ff.

turen. Wenn bei diesen Prognosen Zusammenhänge von Bedeutung sind, deren explizite verursachte oder verursachende Phänomene einen wesentlichen Wandel ihrer Substruktur aufweisen, so ergibt sich aus diesem Strukturwandel die Erwartung, daß die mit Hilfe von vergangenen empirischen Werten quantifizierten Kausalzusammenhänge unbeständig sind, weil Veränderungen in der Substruktur der expliziten Phänomene in aller Regel dazu führen werden, daß die an Hand von Vergangenheitsmaterial gewonnenen Parameter in Zukunft eine andere Größe oder sogar ein anderes Vorzeichen annehmen werden.

Da Strukturwandlungen während der letzten zweihundert Jahre, und, wie sich z.B. aus dem rückläufigen Anteil der Kohle an der gesamten Primärenergienachfrage der EWG oder der USA ergibt, auch in jüngerer Zeit bereits innerhalb von zehn bis zwanzig Jahren ein erhebliches Ausmaß erreichen können, hat die sich aus diesen Strukturwandlungen ergebende Unbeständigkeit von Kausalzusammenhängen außerordentliche Bedeutung für die praktische Prognose der Nachfrage nach Leistungen von Unternehmen. Daraus folgt, daß eine Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen, die als Grundlage konkreter geschäftspolitischer Entscheidungen von Unternehmen dienen soll, dann nicht problemadäquat sein kann und damit auch keinen Anspruch auf Wissenschaftlichkeit erheben kann, wenn sie explizit oder implizit von Strukturwandlungen abstrahiert, ohne zuvor durch empirische Untersuchungen ausdrücklich nachgewiesen zu haben, daß bei der Prognose des jeweiligen sozialökonomischen Phänomens die Strukturwandlungen von vernachlässigbarer Größenordnung sind.

2. Die Komplexitätsaugmentation

Solange Strukturwandlungen allein dadurch hervorgerufen werden, daß sich lediglich die relativen Anteile einer fest gegebenen Anzahl von qualitativ un-

veränderten Phänomenen an der jeweils übergeordneten Gesamtheit verändern, besteht mindestens im Prinzip die Möglichkeit, die diesen Veränderungen zugrundeliegenden Kausalzusammenhänge bei entsprechend detailierter Analyse der Substrukturen mit Hilfe von Vergangenheitsbeobachtungen der jeweiligen Phänomene zu quantifizieren und damit zunächst kryptometamorphe in phanerometamorphe Entwicklungen zu transformieren. Diese Bedingung für die prinzipielle Möglichkeit der Quantifizierung zukunftsrelevanter Kausalzusammenhänge, daß nämlich die qualitative Zusammensetzung der Gesamtheit aller jeweils relevanten Phänomene sich nicht verändert, ist gleichbedeutend mit der Aussage, daß die *Komplexität* der für einen bestimmten Zusammenhang wesentlichen Menge von Phänomenen, oder allgemein die Komplexität des gesamten sozialökonomischen Systems, keiner Veränderung unterworfen ist. Sobald sich die Komplexität der relevanten Menge bzw. des gesamten Systems dadurch verändert, daß bisher vorhanden gewesene Phänomene als Gattung völlig verschwinden, also nirgendwo innerhalb der jeweils relevanten Bezugssysteme mehr vorhanden sind, oder daß völlig neue Phänomene auftreten, die bisher nicht existent waren, die aber die für die Prognose relevanten Kausalzusammenhänge wesentlich verändern werden, dann besteht die bei *Komplexitätskonstanz* gegebene prinzipielle Prognostizierbarkeit nicht mehr. Das folgt unmittelbar daraus, daß solche, erst in Zukunft existente und wesentlichen Einfluß ausübende Phänomene ex definitione in der Vergangenheit nicht beobachtet und damit auch keine diese Phänomene explizit berücksichtigenden Kausalzusammenhänge empirisch quantifiziert werden können.

Komplexitätsmutationen dieser Art, die in der physikalischen und biologischen Literatur ausdrücklich behandelt werden und zumindest in der Biologie eindeutig empirisch nachgewiesen werden können, haben bisher in der sozialökonomischen Literatur in Zu-

haltig beeinflußten. Die Komplexitätsaugmentation ist also ein wesentliches Merkmal der Realstruktur der sozialökonomischen Entwicklung, und Prognoseinstrumente und -verfahren können daher nur dann als problemadäquat anerkannt werden, wenn sie so geartet sind, daß sie dieses Merkmal entweder explizit berücksichtigen oder ihm zumindest nicht widersprechen.

Auf Grund des Merkmals der Komplexitätsaugmentation kann nun das Prognoseproblem genauer als bisher bestimmt werden, nämlich als die Aufgabe, ausgehend von der bisherigen Entwicklung des sozialökonomischen Systems einer bestimmten Region, zukünftige Entwicklungen richtig zu beurteilen, die unter dem Einfluß von Verhältnissen zustande kommen werden, die komplexer sind als die bisherigen, die also dadurch gekennzeichnet sind, daß gegenwärtig bedeutende Phänomene überhaupt nicht mehr vorhanden oder jedenfalls belanglos sind, während andere, bisher in dieser Region noch nicht beobachtbare Phänomene inzwischen wesentlichen Einfluß gewonnen haben werden. An dieser Problemstellung ändert sich so lange nichts, wie nicht plausibel nachgewiesen werden kann, daß sich die Komplexität des sozialökonomischen Systems in Zukunft nicht mehr verändern wird.

3. Die Irreversibilität

Mit Hilfe des Merkmals der Komplexitätsaugmentation kann nun auf einfache Weise die Frage beantwortet werden, ob die sozialökonomische Entwicklung der letzten zweihundert Jahre reversibel ist, d.h., ob es eine sinnvolle Prognosehypothese sein kann, daß sich das gegenwärtige sozialökonomische System so entwickeln kann, daß es in Zukunft wieder genau dem Zustand entspricht, den es z.B. vor zweihundert Jahren aufwies. Diese Frage kann eindeutig verneint werden und zwar zunächst z.B. aus dem Grund, daß die heutige Bevölkerung in den westlichen Industriestaaten mit Hilfe der vor zweihundert Jahren gegebenen technischen Möglichkeiten

... ...rer gegenwärtigen Größe gar nicht lebensfähig wäre. Entscheidender aber ist in diesem Zusammenhang der folgende Gesichtspunkt: Angenommen, durch eine Katastrophe würde das Produktionsvolumen einer Region oder eines ganzen Staates mengenmäßig durch Vernichtung von Produktionsanlagen z.B. auf das Niveau des Jahres 1840 reduziert, so würde dies offenbar nicht zu einem System führen, das dem der Jahrzehnte nach 1840 entspräche, da die weitere Entwicklung auch in einem solchen Fall von Phänomenen bestimmt würde, die vor gut hundert Jahren für die Entwicklung der nächsten Jahrzehnte nicht zur Verfügung standen, wie etwa Kraftfahrzeuge, Flugzeuge, Elektronik etc. Mit anderen Worten, die sozialökonomische Evolution ist irreversibel, weil der Wissensstand der diesen Prozeß vorantreibenden Menschen irreversibel ist.

Die bisher in dieser Abhandlung vorgenommenen Überlegungen zur sozialökonomischen Entwicklung der letzten zweihundert Jahre führen also zu dem Schluß, daß diese Entwicklung alle Merkmale aufweist, die sowohl der physikalischen als auch der biologischen Evolution zugeordnet worden sind, nämlich die Irreversibilität und das Auftreten neuer Phänomene, also Komplexitätsmutation. Daraus folgt, daß es adäquat ist, die sozialökonomische Entwicklung in Anlehnung an die naturwissenschaftliche Terminologie als *sozialökonomische Evolution* zu bezeichnen.

4. Die Beschleunigung

Das in der biologischen Literatur der biologischen Evolution zugeordnete Merkmal der Beschleunigung der Evolutionsvorgänge ist in der sozialökonomischen Literatur auch als Merkmal der sozialökonomischen Entwicklung der letzten zweihundert Jahre vielfach ausdrücklich hervorgehoben worden[1]. Das ist jedoch nicht

[1] Åkerman, Industrialism, a.a.O., S. 213. ".. there is no doubt about the *accelerated* movement of industrialization ..." Derselbe, Synthese, a.a.O., S. 67. "Das 19. Jahrhundert ist vor allem gekennzeichnet durch eine gewaltsam (Fortsetzung S. 41.)

so zu verstehen, daß damit behauptet werden soll, daß etwa die Wachstumsraten bestimmter sozialökonomischer Phänomene beständig zugenommen haben, sondern hat die These zum Inhalt, daß die *Epochen homogener Struktur* im Lauf der letzten zweihundert Jahre ständig kürzer geworden sind[1]. Diese These ist, ohne daß zusätzliche, in dieser Abhandlung bisher noch nicht betrachtete Argumente herangezogen werden, nur schwer zu beweisen und bleibt auch dort, wo sie in der Literatur angeführt wird, stets etwas vage. Nichtsdestoweniger ist diese These von wesentlicher Bedeutung für die Erstellung von Prognosen langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen, wenn der Gesichtspunkt der Homogenität einer Epoche nicht an das Merkmal des Strukturwandels, sondern an das der Komplexitätsmutation gebunden wird. In dieser Interpretation bedeutet dann die Aussage, eine bestimmte Epoche sei homogen, daß innerhalb dieser Epoche die für eine bestimmte Gruppe von Phänomenen wesentlichen Kausalzusammenhänge als hinreichend autonom angesehen werden können, während beim Überschreiten der Grenzen dieser Epoche die Unbeständigkeit dieser Zusammenhänge so gravierend wird, daß sie außerhalb dieser Epoche nicht mehr sinnvoll angewendet werden können.

---

accelerierte Produktionserhöhung ..." F. Kneschaurek, Probleme der langfristigen Marktprognose. "Außenwirtschaft", Zürich u. St. Gallen, Jg. 14 (1959). S. 321. "Die Marktbedingungen ändern sich immer rascher im Zuge des wirtschaftlichen Wachstums." Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 66, schreibt im Zusammenhang mit der schwedischen Entwicklung, offensichtlich aber ohne diese Aussage auf Schweden beschränken zu wollen: ".. l'évolution ... s'accélère chaque année ..." Ebenda, S. 218. "Ces mouvements de structure marquent tous à l'heure actuelle une accélération extraordinaire ..." Das ist eine allgemeine, nicht auf ein bestimmtes Land beschränkte Aussage.

[1] Åkerman, Industrialism, a.a.O., S. 197. ".. we note the *systematic shortening* of the periods of homogeneous structure ..." Homogene Zeitstrecken wurden von Åkerman bereits früher behandelt: Derselbe, Synthese, a.a.O., S. 181 ff. Die Längen sowie die Grenzen der von Åkerman betrachteten homogenen Strukturen folgen aus einer ganz bestimmten Betrachtungsweise. Bei einer anderen Wahl der Kriterien ändern sich auch diese Intervalle.

§ 5. Die räumlichen Aspekte der Evolution

1. Die Superiorität

Die bisher betrachteten zeitlichen Aspekte der Evolution gelten für alle sozialökonomischen Systeme der westlichen Industriestaaten einzeln sowie für die Gesamtheit dieser Systeme. Daher war es nicht nötig, bei der Überprüfung dieser Systeme einige dieser Staaten besonders hervorzuheben. Für die Bestimmung der Realstruktur und damit für die Beantwortung der Frage, wie die Formalstruktur beschaffen sein muß, wenn sie strukturadäquat sein soll, ist es nun von Bedeutung, ob die sozialökonomische Evolution der westlichen Industriestaaten neben den zeitlichen Aspekten auch solche für die Formalstruktur wesentlichen Merkmale aufweist, die sich aus dem räumlichen Nebeneinander dieser Systeme ergeben.

Das in dieser Hinsicht augenfälligste räumliche Merkmal der sozialökonomischen Evolution besteht darin, daß während der sozialökonomischen Evolution der letzten zweihundert Jahre stets ein einzelner Staat oder eine kleine Gruppe von Staaten allen anderen Konkurrenten um den sozialökonomischen Fortschritt in der Entwicklung des sozialökonomischen Systems eindeutig insbesondere in dem Sinne voraus war, daß der jeweils superiore Staat bzw. die superiore Gruppe Strukturwandlungen früher durchlief, weil dort die durch bestimmte wesentliche neue Phänomene ausgelösten Komplexitätsaugmentationen zuerst eintraten.

Empirisch kann dieses Merkmal der *Superiorität* besonders gut durch einen Vergleich der sozialökonomischen Evolutionen in England, den Vereinigten Staaten und Deutschland beobachtet werden. Während bis in die zweite Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts hinein England die unbestrittene sozialökonomische Führungsmacht nicht nur der westlichen Industriestaaten, sondern der Welt insgesamt war[1], ging diese Führung gegen

[1] Derry and Williams, a.a.O., S. 277. (Fortsetzung S. 43.)

Ende des neunzehnten Jahrhunderts zunächst auf die Vereinigten Staaten und das Deutsche Reich[1] und schließlich im zwanzigsten Jahrhundert ganz auf die Vereinigten Staaten über.

Daraus, daß Deutschland, insbesondere aber die Vereinigten Staaten den Entwicklungsvorsprung des Vereinigten Königreiches nicht nur aufholen, sondern dieses sogar überholen konnten, folgt bereits, daß diese beiden Staaten die frühen Phasen der auf die industrielle Revolution folgenden Entwicklungen schneller durchschritten als das Vereinigte Königreich, oder, mit anderen Worten, die frühen homogenen Epochen waren in diesen beiden Staaten, in denen die industrielle Revolution später einsetzte als in England, kürzer als im Ursprungsland der industriellen Revolution. Diese empirische Beobachtung enthält also eine gewisse Bestätigung der bereits untersuchten Beschleunigungsthese.

Für die Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen ist an dem räumlichen Merkmal der Superiorität insbesondere von Bedeutung, daß in dem jeweils führenden Land, das im folgenden allgemein als *Leitregion* bezeichnet werden wird, diejenigen Entwicklungen, die später auch in den in der Entwicklung etwas zurückgebliebeneren Ländern auftreten, in gewisser Hinsicht vorab beobachtet werden können, so daß es möglich ist, aus der Entwicklung der Leitregion Rückschlüsse auf die Entwicklung eines in der Evolution nachfolgenden Staates zu ziehen[2]. Das kann auch

---

"Not only does the general history of these great advances begin in Britain, but for at least 100 years British men and machines were also prominent in the more gradual extension of the 'workshop of the world' to countries outside Britain ..." Dieser Vorsprung konnte von England bis in die achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts hinein gehalten werden. Ebenda, S. 308. Bičanić, a.a.O., S. 26 f.

[1] Derry and Williams, a.a.O., S. 277. "But in the second half of the nineteenth century the general trend slowly changed ... America, Germany ... took the lead."

[2] Wie ähnlich bedeutende sozialökonomische Entwicklungen in den Vereinigten Staaten und West- (Fortsetzung S. 44.)

so ausgedrückt werden, daß die langfristige zukünftige Entwicklung einer nachfolgenden Region den jüngeren Entwicklungsvorgängen in der Leitregion ähnlicher sein wird als ihrer eigenen zurückliegenden Entwicklung. D.h., daß neue Phänomene und Kausalzusammenhänge, die in der weniger weit entwickelten Region, für die die Prognose erstellt werden soll, noch nicht beobachtet werden können, bereits in der Leitregion beobachtbar sind, so daß die Prognose auch in dieser Hinsicht nicht ganz ohne empirische Evidenz ist.

Die Leitregionuntersuchung ist also für die Prognose von außerordentlicher Bedeutung, da sie im Einzelfall u.U. ermöglicht, die größten Schwierigkeiten, die der Erstellung von Prognosen langfristiger Entwicklungen entgegenstehen, nämlich die, die sich aus der Komplexitätsaugmentation ergeben, zu mildern oder sogar zu beseitigen. Eine Prognose langfristiger Entwicklungen, wie etwa der langfristigen Nachfrage nach Leistungen von Unternehmen, würde also ein wesentliches Merkmal der Realstruktur außer acht lassen, wenn sie die Möglichkeiten der Analyse der Leitregion nicht ausschöpfte.

2. Die Parallelität

Aus dem Beispiel der drei eben betrachteten Staaten folgt jedoch nicht nur, daß jeweils ein Land oder eine Gruppe von Ländern Leitregionen darstellen, sondern auch, daß die nachfolgenden Länder in bezug auf die Leitregion sich im wesentlichen auf dem gleichen Entwicklungsniveau befinden, wie etwa die Vereinigten Staaten und die deutschen Staaten Mitte des vorigen Jahrhunderts bezüglich Englands, bzw. heute das Vereinigte Königreich und die Bundesrepublik im Vergleich zu den Vereinigten Staaten. Staaten, die sich stets während der letzten zweihundert Jahre oder wenigstens

---

europa verlaufen, ergibt sich z.B. aus den Entwicklungen der Beschäftigungs- und Energieverbrauchsstruktur. Kneschaurek, Beschäftigungsstruktur, a.a.O., S. 723. Burchard, Müller-Michaelis, a.a.O., S. 71. Report, a.a.O., S. 21.

während bestimmter Epochen in diesem Sinne parallel zueinander entwickelten, werden im folgenden als *Parallelregionen* bezeichnet.

Diese auf die sozialökonomische Evolution bezogene Parallelität verschiedener Regionen ist insofern für die Realstruktur von Bedeutung, als sich die Beobachtungen, die in dem Raum, für den die Prognose erstellt werden soll, nicht in befriedigender Weise vorgenommen werden können, oder die zu keinem klaren Ergebnis führen, an Hand von Parallelregionen überprüfen lassen. Dabei gilt, daß die gegenwärtige homogene Epoche einer Parallelregion der gegenwärtigen Epoche des Raumes, für den die Prognose erstellt werden soll, ähnlicher ist als die eigenen vergangenen homogenen Epochen dieses Raumes.

Bei Prognosen langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen ist also im Einzelfall stets zu prüfen, ob es auf Grund der räumlichen Evolutionsmerkmale der Superiorität und der Parallelität möglich ist, Entwicklungen, die ohne die Beachtung dieser Merkmale kryptometamorph blieben, in phanerometamorphe zu transformieren.

§ 6. Die Ursache und die Gestaltung der Evolution

1. Der wissenschaftliche und der technische Fortschritt

Die Überprüfung der historischen Evidenz der zeitlichen Aspekte der sozialökonomischen Evolution war erforderlich, um insbesondere die Frage zu beantworten, ob sozialökonomische Zusammenhänge prinzipiell unbeständig sind, sowie, ob diese Unbeständigkeit auch innerhalb von jenen Zeiträumen von wesentlichem Einfluß ist, die den langfristigen geschäftspolitischen Entscheidungen von Unternehmen zugrunde liegen. Die Unbeständigkeit konnte in den bisherigen Betrachtungen zwar an Hand der historischen Entwicklung nachgewiesen werden, aber noch fehlt eine Aussage darüber, worin

die *Ursache* dieser Evolution besteht, d.h. wodurch sie ausgelöst und weitergetrieben wird, sowie, warum sie bezüglich wesentlicher Aspekte gerade diesen Verlauf und keinen anderen genommen hat. Die Kenntnis der Ursachen der Evolution sowie der sie gestaltenden Kräfte ist aber für die konkrete Prognose langfristiger Entwicklungen offenbar wesentlich, weil ohne diese Kenntnis die Anhaltspunkte dafür fehlen würden, auf welche realen Vorgänge bei Prognosen dieser Art besonders zu achten ist, um Ansätze für bedeutende Veränderungen der Komplexität und damit von Strukturwandlungen rechtzeitig zu erkennen. Darüber hinaus ist es ohne die Beantwortung der Fragen nach Ursache und Gestaltung der sozialökonomischen Evolution offenbar nicht möglich, z.B. eine Aussage darüber zu treffen, ob die Stagnationsthese zutrifft, oder ob aus den Ursachen und den Gestaltungskräften der sozialökonomischen Evolution zu folgern ist, daß ein Ende dieser Evolution entgegen der Stagnationsthese nicht zu erwarten ist, denn allein daraus, daß die Merkmale der sozialökonomischen Evolution für die letzten beiden Jahrhunderte evident sind, folgt nicht, daß sie notwendigerweise auch in Zukunft relevant sein werden und damit für gegenwärtig und in Zukunft zu erstellende Prognosen langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen von Bedeutung sind.

Es scheint in der sozialökonomischen Literatur unbestritten zu sein, daß der *wissenschaftliche Fortschritt* der Neuzeit sowohl die auslösende[1] als auch die treibende[2] Kraft der sozialökonomischen Evolution

---

[1] Åkerman, Industrialism, a.a.O., S. 208. "... the first link of the causal chain of industrialism is evidently the advance of natural science and its application to technology ..." Rostow, a.a.O., S. 20.

[2] Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 218. "L'observation économique révèle en effet l'existence de mouvements lents ... leur cause est le progrès scientifique ..." Ebenda, S. 32. "Les progrès enregistrés depuis cent cinquante ans dans l'industrie ... résultent donc essentiellement des progrès mêmes réalisés les sciences physiques, chimiques ..." Åkerman, (Fortsetzung S. 47.)

der vergangenen zwei Jahrhunderte gewesen ist. Diese scheinbar allgemein akzeptierte These ist nun im Hinblick darauf zu untersuchen, inwieweit mit ihrer Hilfe die zeitlichen und räumlichen Merkmale der sozialökonomischen Evolution erklärt werden können.

Die erste große technische Leistung, die vom wissenschaftlichen Fortschritt im Laufe der letzten zweihundert Jahre ermöglicht wurde, war die Herstellung des Prototyps einer wirklich leistungsfähigen Dampfmaschine, die Watt 1776 gebaut hat[1]. Bis sich diese Erfindung voll auswirkte, vor allem im Land- und Überseetransport, vergingen jedoch rund fünfzig bis siebzig Jahre[2]. Der nächsten Generation der Kraftmaschinen, deren erste leistungsfähige Exemplare 1885 bzw. 1897 von Daimler, Benz und Diesel gebaut wurden[3], folgte die Anwendung in großem Stil bereits nach spätestens fünfunddreißig Jahren mit der Massenfertigung von Kraftwagen in den zwanziger Jahren[4]. Darüber hinaus erschloß diese Entwicklung den Verkehr in einem neuen Element mit dem Zeppelin von 1900 und dem ersten Flugzeug von 1903[5].

Der Vergleich der Zeitspanne, die in beiden Fällen zwischen dem Bau des ersten arbeitsfähigen Prototyps und der Anwendung im grossen lag, läßt es durchaus zu, von einer Beschleunigung der Wirkung des technischen

---

Industrialism, a.a.O., S. 213. "... movements of industrialization, first and foremost engendered by the flow (of) technical inventions ..." (Einfügung von mir.) Derry and Williams, a.a.O., S. 280.

[1] Ebenda, S. 321.

[2] A. Predöhl, Verkehrspolitik. (Grundriß der Sozialwissenschaft, Bd. 15.) Göttingen 1958. S. 22, 66, 90, 96 u. passim.

[3] Derry and Williams, a.a.O., S. 604 f.

[4] Rostow, a.a.O., S. 26. Historical Statistics of the United States. Colonial Times to 1957. A Statistical Abstract Supplement. Prepared by the Bureau of the Census, U.S. Department of Commerce, with the Cooperation of the Social Science Research Council. Washington, D.C., 1960. S. 462.

[5] Derry and Williams, a.a.O., S. 305, 749.

Fortschritts auf die sozialökonomische Entwicklung zu sprechen. Diese Beobachtung ließe sich offenbar auch an weiteren Vergleichen dieser Art machen.

Die Ursache der räumlichen Verlagerung der Zentren des technischen Fortschritts von England nach Deutschland und den Vereinigten Staaten wird ebenfalls an diesem Beispiel deutlich: Während die Erfindung und Weiterentwicklung der Dampfmaschine in allen wesentlichen Stadien eine rein englische Angelegenheit war, gingen die Impulse zur Motorisierung des Land- und Luftverkehrs fast ohne englische Beteiligung von Deutschland und den Vereinigten Staaten aus[1].

Wenn nun beachtet wird, daß sich aus den bisherigen Beobachtungen ergibt, daß England in der zweiten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts zunächst in der technischen Entwicklung und fast gleichzeitig in der allgemeinen ökonomischen Evolution, seine führende Rolle an die Vereinigten Staaten und Deutschland verlor, wird deutlich, wie eng wissenschaftliche bzw. technische und allgemeine Entwicklung miteinander verbunden sind. Damit wird auch deutlich, daß die These akzeptiert werden kann, daß der wissenschaftliche Fortschritt die Ursache der sozialökonomischen Evolution ist.

Eine weitere wesentliche Beobachtung besteht darin, daß sich nicht nur die Zeitspanne, die zwischen der Entwicklung eines Prototyps und seiner Anwendung im großen vergeht, kürzer geworden ist, sondern auch die Zeitspanne zwischen dem ersten grundlegenden wissenschaftlichen Experiment und der allgemeinen industriellen Anwendung. Zwischen den ersten erfolgreichen Experimenten mit dem atmosphärischen Druck von Torricelly

---

[1] Derry and Williams, a.a.O., S. 277. "By 1900 the newest technological devices were for the most part not of British origin ..." Ebenda, S. 308. "In the electrical industry Germany had no rival except America. She was also in the forefront in the export of dyestuffs and fine chemicals ..." Ebenda, S. 607. "A very significant feature of the evolution of the internal combustion engine in general, and of the petrol-engine in particular, is the relatively small contribution made by British engineers ..."

und Guericke[1] in den Jahren 1644 und 1654 und dem Einsatz der Dampfmaschine im großen gegen 1850 liegen mehr als zweihundert Jahre. Bereits heute ist absehbar, daß zwischen dem auslösenden wissenschaftlichen Experiment von Otto Hahn und der Anwendung des Reaktors im großen nicht mehr als vierzig bis fünfzig Jahre vergehen werden.

Angesichts dieser Beobachtungen ist es notwendig, genauer zu bestimmen, warum sich die Zeitspanne zwischen wissenschaftlichem Fortschritt und sozialökonomischer Auswirkung im Laufe der Zeit verkürzen konnte.

Der technische Fortschritt des achtzehnten Jahrhunderts ging zunächst vorwiegend auf die einzelgängerischen Leistungen von *Praktikern* und nicht von Wissenschaftlern zurück[2]. Die Wissenschaftler, von denen die Grundlagen für die Konstruktionen dieser Praktiker erarbeitet wurden, haben Generationen vor den Technikern gelebt. Weiter vergingen Generationen, bis die Unternehmer die Entwicklungen der Praktiker überwiegend übernommen hatten. Auch zu Beginn dieses Jahrhunderts hatten Wissenschaftler noch nicht den Anteil am unmittelbaren technischen Fortschritt, wie dies etwa seit dem zweiten Weltkrieg schon fast selbstverständlich ist[3].

---

[1] Derry and Williams, a.a.O., S. 313.

[2] Ebenda, S. 42. "... technological progress still depended upon the use of empirical methods by practical men ... up to 1750 science probably gained more from technology than vice versa."

[3] Ebenda, S. 280. "... the period in which British industries led the world coincides with that in which the empirical was preferred to the purely scientific approach to industrial problems. ... we may say that throughout the nineteenth century the role of the scientist as a pioneer of industrial changes was becoming more evident ..., though even in 1900 his was rarely that all-important role which we associate with the research scientist of today." Ebenda, S. 704. "... Britain ... fell behind ... because her men of intellect were not suitably trained." (Diese Aussage bezieht sich auf die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts.) Ebenda, S. 308. "Soon after the end of the century a British journalist was noticing with surprise that in Saxony ... the average chemical manufacturer had one chemist with university qualifications to every forty workers." Vgl. auch S. 703 und passim.

Heute arbeiten Wissenschaftler und Techniker im gleichen Unternehmen. Damit ist der Weg vom Wissenschaftler über den Techniker zum Produktionsprozeß im Lauf der letzten zweihundert Jahre in entscheidender Weise verkürzt worden.

Ein weiterer Gesichtspunkt, der bei der Erklärung des Beschleunigungsphänomens zu beachten ist, besteht darin, daß die heutige Technologie über die Entwicklungen und Erfahrungen von etwa zwei Jahrhunderten raschen Fortschritts verfügt und damit jedes neue Projekt schneller vorantreiben kann als dies zu Beginn der industriellen Revolution bzw. vor etwa fünfzig oder selbst zwanzig Jahren möglich war, als viele Erkenntnisse, die heute Allgemeingut sind, erst noch zu entwickeln waren, so daß damals mancher Bemühung noch größere Schwierigkeiten entgegenstanden als heute. Damit wird auch verständlich, warum schon allein aus der Tatsache der *zunehmenden Vielfalt* der Möglichkeiten eine *Beschleunigung*[1] der Entwicklung folgt: eine wesentliche zusätzliche Entdeckung vermehrt die Produktionsmöglichkeiten nicht nur um eine weitere, sondern um alle *Kombinationen*[2], die sich aus dieser neuen Entwicklung und allen bisher bekannten Möglichkeiten zusammen ergeben.

2. Die Verhaltensweisen

Mit Hilfe des wissenschaftlichen Fortschritts konn-

[1]Die Beschleunigung des wissenschaftlichen Fortschritts wird in der Literatur wiederholt hervorgehoben. Vgl. z.B. Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 218. Åkerman, Industrialism, a.a.O., S. 213. Vgl. Derry and Williams, a.a.O., S. 3 u. passim.

[2]Wie sehr die Tatsache der zunehmenden Kenntnis sich nicht erst im Bereich der technischen Anwendung auswirkt, sondern bereits im rein wissenschaftlichen Bereich die Entwicklung vorantreibt, läßt sich z.B. sehr gut an Plancks Darstellung der Entstehung und Entwicklung der Quantentheorie und an ihren Folgen für die weitere Forschung erkennen. M. Planck, Die Entstehung und bisherige Entwicklung der Quantentheorie, Nobel-Vortrag, gehalten vor der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm am 2. Juni 1920. In: Derselbe, Physikalische Abhandlungen, a.a.O., S. 121 ff. Derselbe, Zur Geschichte der Auffindung des physikalischen Wirkungsquantums. Fassung letzter Hand. (Naturw. 31, 1943.) In: Ebenda, S. 255 ff.

te zwar erklärt werden, wodurch der an Vielfalt zunehmende, sich beschleunigende sozialökonomische Evolutionsprozeß der letzten zweihundert Jahre überhaupt möglich wurde. Damit ist aber die andere Frage, deren unmittelbare Bedeutung für die Entwicklung der langfristigen Nachfrage ebenso wesentlich ist wie die Frage nach der Ursache der Evolution, noch nicht beantwortet worden: wodurch wird bestimmt, in *welcher Art* sich die sozialökonomische Struktur wandelt; folgt daraus, daß der wissenschaftliche Fortschritt die Evolution *ermöglicht* und *vorantreibt*, daß er sie auch *gestaltet*?

Für ein Unternehmen ist offenbar bei der Prognose der langfristigen Nachfrage insbesondere von Bedeutung, ob z.B. das Angebot und die Nachfrage an der Gestaltung des langfristigen Strukturwandels wesentlich beteiligt sind. Bezüglich dieser Frage stehen sich zwei Auffassungen gegenüber.

Die eine dieser beiden Auffassungen geht von der These aus, daß die Konsumenten - und damit auch die Nachfrage - vom technischen Fortschritt und den Strukturwandlungen "beherrscht" werden. Die langfristigen Änderungen der Nachfrage gehen nicht auf Veränderungen des Geschmacks zurück, sondern auf das Wachsen des Einkommens. Die Zunahme des Einkommens wird aber erst durch den technischen Fortschritt ermöglicht. Die Nachfrage kann daher kaum eine autonome Größe sein[1].

Die andere Auffassung kommt dagegen zu dem Schluß, daß die Nachfrage langfristig die Struktur der Produktion und damit die Strukturwandlung überhaupt bestimmt, also keineswegs von ihr beherrscht wird. Diese Lenkung der Produktion durch die Nachfrage wird dadurch bewirkt,

---

[1] Åkerman, Industrialism, a.a.O., S. 228. "In the analysis of economic development ... one must assume that the consumers form a more or less passive group, which is ruled by technological advance and changing structure. ... In macro-economics ... consumers demand as an autonomous factor must be regarded as a doubtful variable. Even the most conspicuous of shifts in demand ... can not be ascribed to a change of taste but to rising national income and to technological advance..."

daß die Konsumenten bestimmte Angebote zurückweisen und gleichzeitig bereit sind, für andere Güter hohe Preise zu zahlen[1].

Angesichts dieses Widerspruchs ist es zweckmäßig, zwei Gesichtspunkte auseinanderzuhalten: Einerseits ist eine Nachfrage nach Leistungen, die auf Grund des technischen Fortschritts noch nicht erbracht werden können, gegenstandslos. Insofern wird vom wissenschaftlichen Fortschritt bestimmt, was überhaupt angeboten werden kann[2]. Andererseits folgt aus der durch den wissenschaftlichen Fortschritt gegebenen Möglichkeit, eine bestimmte Leistung erstellen zu können noch nicht, daß diese Leistung tatsächlich nachgefragt wird. Sehr wahrscheinlich ist die Anzahl der möglichen, aber gar nicht von der Nachfrage verlangten Leistungen sogar erheblich größer als die Anzahl derjenigen, die bereits im Markt sind. Daraus folgt, daß der wissenschaftliche Fortschritt zwar die *Möglichkeiten* der Produktion, *nicht* aber *ihre Struktur* bestimmt.

Auch das während der sozialökonomischen Evolution gestiegene verfügbare Einkommen pro Kopf der Bevölkerung, verbunden mit einer Verbesserung der Einkommensverteilung[3], bestimmt nur, in welchem Maße die Kaufkraft der

---

[1] Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 177. "D'abord, nous l'avons vu, l'homme, dès qu'il approche de la saturation de ses besoins primaires ...; il modifie sans cesse la structure de sa consommation ..." Ebenda, S. 73. "Le processus peut en être résumé ainsi: le progrès technique, augmentant le rendement du travail ..., a permis d'accroître la production, donc la consommation. Mais la consommation croissante ne s'est pas laissé imposer la structure de la production croissante; ... la consommation s'est révélée dominante à long terme; elle a peu à peu imposé sa loi à la production." Ebenda, S. 48. "Le consommateur n'absorbe pas tout ce que le progrès technique lui apporterait naturellement." Ebenda, S. 61. "... le choix des consommateurs qui ... freinent certaines productions et obligent l'économie à se convertir."

[2] L.A. Maverick, Time Series Analysis: Smoothing by Stages. San Antonio, Tex., 1945. S. v.

[3] Zur Entwicklung der Einkommensverteilung in der Bundesrepublik Deutschland vgl. in diesem Zusammenhang: K.-D. Schmidt, U. Schwarz, G. Thiebach, Die Umverteilung des Volkseinkommens in der Bundesrepublik Deutschland, 1955 und 1960. (Schriftenreihe des Instituts für angewandte Wirtschaftsforschung, Tübingen, Bd. 4.) Tübingen 1965.

Konsumenten zunimmt, entscheidet aber nicht darüber, welche neuen Arten von Leistungen sie mit Hilfe ihres gestiegenen Einkommens nachfragen.

Ein gutes Beispiel dafür bieten die in Deutschland nach der Währungsreform einander folgenden Nachfragewellen. Auf welche Leistungen sich diese Wellen nacheinander bezogen, kann weder durch den wissenschaftlichen oder technischen Fortschritt, noch durch die Zunahme der Kaufkraft erklärt werden, sondern nur durch die Verhaltensweisen der Nachfrage, auf Grund deren sich ergab, was bei steigendem Einkommen als nächstes am begehrenswertesten erschien. Auch eine intensive Reklametätigkeit der Angebotsseite, also der Unternehmen, hätte mit Sicherheit keine andere Reihenfolge dieser Nachfragewellen bewirken können. Sie hätte beispielsweise offenbar die Welle der Nachfrage nach Ferienreisen nicht vor die Welle der Nachfrage nach Nahrungsmitteln zu legen vermocht.

Die Struktur der langfristigen Nachfrageentwicklung wird also von den Verhaltensweisen der Konsumenten bestimmt. Die *Evolution dieser Verhaltensweisen ist* im wesentlichen *autonom*[1]. Für diese These gibt es mehrere Anhaltspunkte.

Die Nachfrage nach speziellen Leistungen steht in aller Regel in irgendeinem *übergeordneten* Zusammenhang.

Ein solcher übergeordneter Zusammenhang ergibt sich z.B. aus der Verkürzung der Arbeitszeit und der damit auftretenden Nachfrage nach Gütern und Diensten, die der Gestaltung der länger gewordenen Freizeit dienen. Die Expansion des Nachfragekomplexes "Freizeitgestaltung" hängt aber nicht von der Werbung, sondern hauptsächlich von den Vereinbarungen der Sozialpartner ab. Die Gestaltung der Lebensgewohnheiten, die sich bei vermehrter

[1]Vgl. hierzu: P. Meyer-Dohm, Der private Haushalt im Prozeß der Bedarfsdifferenzierung. In: Strukturwandlungen, a.a.O., S. 92 ff. H. Schmucker, Die langfristigen Strukturwandlungen des Verbrauchs der privaten Haushalte in ihrer Interdependenz mit den übrigen Bereichen einer wachsenden Wirtschaft. In: Ebenda, S. 127 ff.

Freizeit entwickeln, hängt von sozialen Faktoren, z.B. von der Zunahme der durchschnittlichen Bildung ab, also ebenfalls nicht von der Werbung.

Bei der Beurteilung der Möglichkeiten der Werbung, die Verhaltensweisen zu manipulieren, ist darüber hinaus zu bedenken, daß praktisch alle Produktionsbereiche um die Kaufkraft konkurrieren. Damit stellt die Reklame im weitesten Sinne ihre eigene countervailing power dar. Erfolg werden bei dieser umfassenden Reklamekonkurrenz diejenigen haben, die am besten erfassen, welche Nachfragewelle sich, aus der allgemeinen sozialen Entwicklung heraus, als nächste ergibt.

Ein wichtiger Bestimmungsfaktor für die Entwicklung der Verhaltensweisen sind die bereits vorhandenen Lebensgewohnheiten im am weitesten entwickelten Land[1]. Diese Lebensgewohnheiten teilen sich bei der heutigen Nachrichtentechnik allen entwickelten Industrienationen sehr schnell mit. Aber dieser Bestimmung der Lebensgewohnheiten sind Grenzen gesetzt, insbesondere durch die nationalen Besonderheiten jedes Landes. Diese Besonderheiten scheinen jedoch zunehmend an Bedeutung zu verlieren.

Die Wirkungen des wissenschaftlichen Fortschritts bzw. der Verhaltensweisen auf die sozialökonomische Evolution können nun folgendermaßen zusammengefaßt werden:

Die *treibende Kraft* der sozialökonomischen Evolution ist der wissenschaftliche Fortschritt. Ohne ihn wäre die Evolution der letzten zweihundert Jahre nicht möglich gewesen. Das *Ausmass* dieses Fortschritts hängt weitgehend von dem Umfang der Finanzierungsmittel ab, die für die Grundlagenforschung aufgewendet werden. Bezüglich seiner Entwicklungs*richtung* scheint der wissenschaftliche Fortschritt dagegen weitgehend *autonom*[2] zu sein.

[1] Das beruht auf einem Effekt, den J.S. Duesenberry, Income, Saving, and the Theory of Consumer Behavior. (Harvard Economic Studies, Vol. LXXXVII.) Cambridge, Mass., 1949. S. 27, allgemein so beschreibt: "We can maintain than that the frequency and strength of impulses to increase expenditure depends on frequency of contact with goods superior to those habitually consumed."

[2] Åkerman, Industrialism, a.a.O., (Fortsetzung S. 55.)

Die *gestaltende Kraft* der sozialökonomischen Evolution, welche insbesondere die Entwicklung der Strukturen bestimmt, sind die Verhaltensweisen. Die Entwicklung dieser Verhaltensweisen ist im wesentlichen *autonom*[1].

Langfristig gesehen wird also das *mögliche Angebot* durch den *wissenschaftlichen Fortschritt* und die *tatsächliche Nachfrage* durch die *Verhaltensänderungen* bestimmt. Damit kann die These, daß, auf lange Sicht gesehen, die Nachfrage die Struktur der Produktion bestimmt, akzeptiert werden.

Aus dieser These folgt also, daß die Angebotsseite, d.h. die Unternehmen, die Entwicklung des Verhaltens, und damit die Entwicklung der Nachfragestruktur, nur in geringem Maße aktiv beeinflussen und steuern kann. Bei Angeboten, die langfristige Vorbereitungen erfordern, oder bei denen ein Absatzerfolg voraussetzt, daß die Nachfrage über lange Zeiträume erhalten bleibt, sind

---

S. 212 f, hebt dies sehr nachdrücklich hervor, beschränkt die Eigenschaft der Autonomie aber m.E. zu sehr auf den Fortschritt. Das *Ausmass* des Fortschritts ist m.E. weitgehend durch die Aufwendungen des Staates und der Industrie bestimmt und nicht, wie Åkerman im Anschluß an Veblen annimmt, durch die "Neugier". In welcher *Richtung* der Fortschritt sich aber jeweils bewegt, dürfte dagegen weitgehend durch die Autonomie der wissenschaftlichen Forschung bestimmt werden, obwohl auch hier sicher die finanzielle Schwerpunktbildung durch Staat und Industrie ein wesentlicher Bestimmungsfaktor dafür ist, wo neue Entwicklungen am ehesten zu erwarten sind. Die Autonomie der Forschung kann jedoch immer wieder dazu führen, daß wesentliche Fortschritte durch weniger oder gar nicht geförderte Wissenschaftler erzielt werden, die dann neue Schwerpunktbildungen auslösen.

[1]Die brauchbarste, wenn auch schwer exakt zu fassende Begründung dafür hat vielleicht Duesenberry, a.a.O., S. 26, gegeben: "In a fundamental sense the basic source of the drive toward higher consumption is to be found in the *character of our culture*. ... people do not expect to live as their parents did, but more comfortably and conveniently." (Hervorhebung von mir.) Wahrscheinlich kam Duesenberry vor allem durch die Beobachtung des amerikanischen Volkes zu dieser Auffassung. Diese Aussage gilt aber ohne Zweifel auch für die Völker Nordwesteuropas und anderer Länder.

die Unternehmen also darauf angewiesen, diese Entwicklungen, die bezüglich *ihrer* Einflußmöglichkeiten im wesentlichen autonom sind, richtig einzuschätzen. Die Prognose der langfristigen Nachfrage muß also, wenigstens unter anderem, versuchen, diese Verhaltensentwicklungen richtig zu erfassen. Das schließt Überlegungen darüber ein, ob vielleicht andere Ergebnisse des wissenschaftlichen Fortschritts diesen künftigen Verhaltensweisen besser gerecht werden als die eigenen Angebotsmöglichkeiten.

Es ist bei den Schlußfolgerungen aus dieser These genau darauf zu achten, daß es sich um Aussagen *auf lange Sicht* handelt. *Kurzfristig* ist die Werbung und damit die aktive Einflußmöglichkeit der Unternehmen von großer Bedeutung für die Gestaltung der Nachfrage[1]. Hier ist es durchaus möglich, daß sie erhebliche Modifikationen sowohl bezüglich der Anteile der einzelnen Sektoren an der gesamten Nachfrage als auch Verschiebungen innerhalb der Sektoren zugunsten bestimmter Angebotsvarianten bewirkt. Aber auch kurzfristig sind oft die Möglichkeiten der Werbung, die Marktanteile zu verschieben, sehr begrenzt, da sich die gegenseitigen Anstrengungen der Konkurrenten weitgehend neutralisieren. Vielleicht besitzt die Werbung ihre größten Möglichkeiten bei der Einführung neuer Produkte. Aber gerade bei diesem Versuch kommt es für sie darauf an, dieses neue Angebot möglichst geschickt in neue Verhaltensentwicklungen einzupassen und sich damit von

[1] Krelle hat den hier auftretenden Gegensatz zwischen kurzfristigen und langfristigen Wirkungen und Möglichkeiten, wenn auch in einem anderen Zusammenhang, besonders deutlich an einem Modell herausgearbeitet. W. Krelle, Verteilungstheorie. (Die Wirtschaftswissenschaften, Reihe B, Nr. 8.) Wiesbaden 1962. S. 110 ff. Vgl. insbesondere S. 127: "... daß die langfristigen Wirkungen ... den kurzfristigen fast immer gerade entgegenlaufen." J.K. Galbraith, Gesellschaft im Überfluß. Übersetzt von R. Mühlfenzl. 2. Aufl. (Knaur Taschenbuch 23.) München, Zürich 1968. S. 128. Åkerman, Industrialism, a.a.O., S. 228. (Die Ausführungen Åkermans sind hier m.E. jedoch nicht zutreffend.)

diesen tragen zu lassen. Ein einzelnes Firmenangebot kann keinen nachhaltig wirksamen Lebensstil schaffen, wohl aber einen vorhandenen oder sich anbahnenden erfolgreich ausnutzen.

3. Ein einfaches Modell der sozialökonomischen Evolution

Bis hierher wurden alle Aussagen über die sozialökonomische Evolution und ihre für die Prognose der langfristigen Entwicklungen wesentlichen Merkmale rein empirisch gewonnen und begründet. Die auf diese Weise ermittelten Ergebnisse können aber offenbar nur dann als hinreichende Grundlage für die Entwicklung einer Prognosemethode angesehen werden, wenn es gelingt, auch auf Grund rein theoretischer Überlegungen an Hand eines *geschlossenen Modells* zu den gleichen Ergebnissen zu kommen.

Es wird unterstellt, daß zunächst ein autonomer wissenschaftlicher Fortschritt gegeben ist, der sich über den technischen Fortschritt so auf die Produktion auswirkt, daß die Produktivität in einem Maße erhöht werden kann, daß das Einkommen pro Kopf steigt. Das gestiegene Einkommen wird sowohl zur Steigerung der Nachfrage als auch zur Förderung des Fortschritts verwendet. Nach diesen Annahmen können, unter Beachtung der zentralen Stellung des Einkommens und seiner Zunahme, folgende Schlüsse aus dem Modell gezogen werden:

Zwischen wissenschaftlichem Fortschritt und Einkommen aus Produktion entsteht ein Kreislauf. Steigendes Einkommen ermöglicht weitere Forschung und diese erhöht die Produktivität und damit wiederum das Einkommen. Zugleich wird durch den wissenschaftlich-technischen Fortschritt bewirkt, daß nicht nur alte Güter besser, sondern daneben auch völlig neue Güter hergestellt werden können. Damit ändert sich die Struktur der Angebotsmöglichkeiten.

Ein zweiter Kreislauf entsteht dadurch, daß sich mit steigendem Einkommen die Kaufkraft erhöht und damit das

Verhalten der Verbraucher verändert. Aus Einkommenssteigerung und Verhaltensänderungen folgt eine Veränderung der Struktur der Nachfrage. Diese Nachfrage begegnet auf dem Markt den veränderten Angebotsmöglichkeiten. Über die Produktion wirkt die Nachfrage auf das Einkommen zurück. Damit ist auch dieser Kreislauf geschlossen.

Aus beiden Kreisläufen ergeben sich also Strukturveränderungen, verbunden mit zunehmender Vielfalt der Möglichkeiten bzw. Wünsche.

Die *kritische Stelle* des ganzen Systems ist also der *Markt*. Das Modell arbeitet nur, wenn am Markt die Angebotsstruktur ständig hinreichend der Nachfragestruktur entspricht.

Da der wissenschaftliche Fortschritt Zeit braucht, bis er in der Produktion Verwendung finden kann, und zugleich die Veränderungen der Verhaltensweisen erst nach einiger Zeit am Markt deutlich erkennbar sind, kommt es für das reibungslose Arbeiten dieses Modells darauf an, daß die *Produktionsseite* die entsprechenden Vorbereitungen getroffen hat, noch *bevor* sich die in Zukunft durch Einkommenssteigerung bewirkten Verhaltensänderungen am Markt auswirken können: durch technische Entwicklungen und Investitionen in Produktionsanlagen und Absatzsystemen. Damit ist die *Aufgabe der Prognose der langfristigen Nachfrage* aus dem Modell heraus eindeutig bestimmt: Sie muß der Produktion Art und Umfang der notwendigen Vorbereitungen rechtzeitig im voraus angeben.

Solange Angebots- und Nachfragestruktur im Zeitablauf einander hinreichend entsprechen, führt dieses Modell zu immer weiterem Fortschritt und zu ständigen Verhaltensänderungen. Es weist dann offensichtlich die Merkmale der empirischen Evolution auf: Irreversibilität, Strukturwandel, Komplexitätsaugmentation und, wenn auch weniger direkt erkennbar, Beschleunigung. Wird nun noch angenommen, daß mehrere solcher Modelle gegeben sind, die untereinander in Verbindung stehen, sich aber zum Teil in verschiedenen Entwicklungsstadien der Evolution be-

finden, so ergeben sich auf einfache Weise auch die räumlichen Aspekte der Evolution.

Andererseits, wenn die Strukturen von Angebot und Nachfrage einander so wenig entsprechen, daß im Produktionsbereich, also bei den Unternehmen, unfreiwillige Läger entstehen, daß große Anlagen als Fehlinvestitionen anzusehen sind, so wirkt sich das unmittelbar auf das Einkommen und damit auf den Fortschritt sowie die Verhaltensänderungen aus. Bei solchen Störungen liefert das Modell, je nachdem wie schwer sie sind, verlangsamtes Wachstum, Stagnation, oder sogar einen Rückgang des Einkommens.

Abgesehen von den Überlegungen bezüglich der Strukturgleichheit von Angebot und Nachfrage können auf Grund dieses Modells z.B. noch zwei wesentliche Schlüsse gezogen werden:

a. Das von diesem Modell bewirkte Wachstum, Strukturgleichheit von Angebot und Nachfrage im Zeitablauf vorausgesetzt, ist um so bedeutender, je besser es gelingt, das Einkommen auf die wissenschaftlich-technische Forschung und die Nachfrage aufzuteilen. Bezogen auf die historische Evolution kann die These aufgestellt werden, daß der Anteil der wissenschaftlichen Forschung steigen muß.

b. Je komplexer die Struktur auf der Angebots- und der Nachfrageseite wird und je mehr die einzelnen Modelle miteinander verflochten sind, um so weniger können Strukturungleichgewichte in einzelnen Sektoren der Wirtschaft zu einer Störung des ganzen Systems führen. Das gilt um so mehr, je größer die Anzahl der substituierbaren Güter wird. Damit kann *zum Teil* erklärt werden, warum historische Wirtschaftssysteme in ihren weniger komplexen Anfangsphasen wesentlich störungsanfälliger waren, als sie es gegenwärtig sind[1].

---

[1]Einige implizite Hinweise dazu können z.B. aus Rostow, a.a.O., S. 100, und Bićanić, a.a.O., S. 24 f, entnommen werden.

Bezüglich der Frage, ob der wissenschaftliche Fortschritt oder die Verhaltensweisen die Struktur bestimmen, führt das Modell zu einer etwas modifizierten Antwort: alle Größen des Modells sind offensichtlich interdependent, jede Größe wirkt auf jede direkt oder indirekt ein und wird von jeder beeinflußt. Insofern kann gar nicht gesagt werden, daß die Struktur ausschließlich von der einen oder anderen Größe bestimmt werde. Wissenschaftlicher Fortschritt und Verhaltensweisen sind aber ohne Zweifel die unabhängigsten Größen des Modells. Bei zunehmender Komplexität des Angebots wachsen in diesem Modell ohne Zweifel die Wahlmöglichkeiten der Nachfrage. Erfolg werden also nur die Produzenten haben, die den autonomen Wünschen der Verbraucher am besten gerecht werden.

4. Rückblick auf die Stagnationsthese

Die Stagnationsthese, die in der nationalökonomischen Dogmengeschichte eine lange und bedeutende Tradition besitzt, besagt, daß die sozialökonomische Entwicklung unmöglich dem stationären Zustand entgehen könne[1]. Die Stagnation wird zwar nicht als unmittelbar bevorstehend angenommen[2], aber als Endzustand einer übersehbaren[3] Entwicklung unterstellt.

---

[1] J.St. Mill, Grundsätze der politischen Oekonomie nebst einigen Anwendungen derselben auf die Gesellschaftswissenschaft. Aus der fünften Ausgabe des Originals übersetzt von A. Soetbeer. 2. deutsche Ausg. Hamburg 1864. S. 564 f. "Diese Unmöglichkeit, schließlich dem stationären Zustande zu entgehen ... muß für die Volkswirthe der letzten beiden Generationen eine unerfreuliche und entmuthigende Aussicht gewesen sein ..." Ebenda, S. 568. "... so hoffe ich ..., daß man schon viel früher, als die Nothwendigkeit dazu treibt, mit einem stationären Zustande zufrieden sein wird." Galbraith, a.a.O., S. 29. Carlyle sprach also mit einem gewissen Recht um 1850 von den "hochehrenwerten Professoren der traurigen Wissenschaft", womit er, wie Galbraith hervorhebt, Ricardo und Malthus meinte.

[2] D. Ricardo, The Principles of Political Economy and Taxation. Introduced by M.P. Fogarty. (Everyman's Library 590.) London, New York 1960. S. 63. "... the stationary state, from which I trust we are yet far distant ..."

[3] J.St. Mill, a.a.O., S. 564.

Wenn diese These zutrifft, dann könnten die auf Grund der Evolution der letzten zweihundert Jahre ermittelten Merkmale der Entwicklung keinen Bestand haben. Auch die Prognose könnte bei sehr langfristigen Betrachtungen ihre Methode nicht auf diese Merkmale aufbauen.

Die neueren Versionen der Stagnationsthese sind zwar nicht so pessimistisch wie die der Nationalökonomen des vorigen Jahrhunderts[1], aber auch Fourastié, der die Beschleunigung der gegenwärtigen Entwicklung ausdrücklich betont, stellt die Hypothese auf, daß die Entwicklung schließlich wieder in einen unvermeidbaren stationären Endzustand einmünden werde[2].

Dieser Endzustand ist nach Fourastié durch ein kurz- und langfristig konstantes Einkommen pro Kopf der Bevölkerung[3] gekennzeichnet, obwohl der wissenschaftlich-technische Fortschritt ohne Ende[4] anhält. Diese These ist überraschend, denn bisher war der wissenschaftliche Fortschritt der letzten Jahrhunderte, insbesondere aber während der letzten hundert Jahre, stets mit steigendem Einkommen (Lebensstandard) des Durchschnittskonsumenten verbunden - und er war eindeutig die Ursache dieser Zunahme.

---

[1]Dieser Unterschied besteht vor allem darin, daß die Stagnationsthese des vorigen Jahrhunderts nicht annahm, daß das Einkommen pro Kopf der Bevölkerung, insbesondere für die arbeitende Klasse, in der Stagnation nach der Wachstumsperiode höher sei als in der Stagnation vor der Wachstumsphase. Diese Annahme wird aber von der modernen Stagnationsthese gemacht, da jede andere Annahme offenbar der Wirklichkeit widerspräche.

[2]Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 205. "... l'accroissement du niveau de vie tend cependant vers une limite *inéluctable* dans les conditions actuelles ..." (Hervorhebung von mir.) Die formale Ähnlichkeit mit der Aussage von Mill ist deutlich erkennbar.

[3]Ebenda, S. 212. "Niveau de vie ... très élevé; stable à long et court termes ..."

[4]Ebenda, "Progrès technique ... sans cesse croissant." Beide Gesichtspunkte sind zusammengefaßt ebenda, S. 205. "Ainsi le niveau de vie n'est pas indéfiniment croissant en période de progrès technique, même supposé indéfini."

Fourastié kommt zu dieser Aussage mit Hilfe von zwei *Hypothesen*[1]: erstens, die Aufnahmefähigkeit der Konsumenten ist bezüglich der sekundären Produktion absolut begrenzt, und zweitens, die tertiäre Arbeitsproduktivität kann nur begrenzt und in nicht sehr großem Umfang gesteigert werden.

Daraus zieht er dann den Schluß, daß sekundärer Fortschritt keine weitere Erhöhung des Lebensstandards bewirken kann, weil nicht mehr sekundäre Güter nachgefragt werden und da bei den tertiären Gütern, die weiterhin stark gefragt sind, eine Steigerung der Produktivität nicht möglich ist, so daß auch hierdurch keine Zunahme des Lebensstandards eintreten kann. Damit ist die "unausweichliche" Obergrenze des Einkommens bzw. des Lebensstandards begründet.

Sowohl die Hypothesen wie die Schlußfolgerungen Fourastiés sind, als empirisch begründete Feststellungen, m.E. nicht zutreffend:

a. Fourastié geht praktisch davon aus, daß die Anzahl der für den Konsumenten begehrenswerten sekundären Güter nicht vermehrbar ist, da keine wesentlich neuen Angebote zu erwarten sind[2]. Das ist offenbar nicht richtig. Seit er diese Thesen aufstellte, sind sehr viele neue sekundäre Güter hinzugekommen, die eine bedeutende Nachfrage auslösten, bzw. einem bedeutenden, bislang nicht gestillten Bedürfnis entsprachen. Wesentlich sind hier z.B. die automatischen Geräte und neue Erzeugnisse der chemischen Industrie für den Haushalt. Auf Grund des technischen Fortschritts besteht kein Grund zu der Annahme, daß eine Sättigung bei sekundären Gütern absehbar ist.

b. Der Fortschritt der letzten zwanzig Jahre ist auf tertiärem Gebiet viel größer als ihn Fourastié für erheblich längere Zeiträume für möglich hielt. Auch dies

[1] Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 202 u. passim.

[2] Ebenda, S. 202 f.

wird insbesondere an der Entwicklung, die Elektronik, Automation und Chemie seither genommen haben, besonders deutlich. Dienstleistungen können immer mehr von Automaten übernommen werden: Überwachung von Kranken durch automatische Warnanlagen, um nur ein Beispiel zu nennen. Damit steigt ganz offenbar die Leistungsfähigkeit einer einzelnen Arbeitskraft im tertiären Bereich und zugleich verschwimmt der Unterschied zwischen tertiär und sekundär immer mehr. Der große Bedarf an sekundärer Produktion, der gerade auch durch die tertiäre Nachfrage ausgelöst wird, läßt sich in diesem Zusammenhang gut erkennen: hinter jedem Arzt steht heute eine zunehmende Anzahl von Chemikern und industriell hergestellten chemischen Präparaten, sowie eine zunehmende Anzahl von Technikern und industriell gefertigten Geräten aller Art; Hinter jedem Fernsehschauspieler stehen z.B. seit dem Übergang vom Schwarzweiß-Fernsehen auf das Farbfernsehen immer umfangreichere technische Vorleistungen, die von der Industrie zu erbringen sind. Fourastiés System übersieht also, allgemein gesagt, die zunehmenden industriellen (d.h. sekundären) Vorleistungen, die gerade auch von der tertiären Nachfrage ausgelöst werden. Diese Beispiele könnten offenbar leicht vermehrt werden.

Fourastiés Hypothesen und Schlußfolgerungen werden daher, als mit der empirischen Erfahrung nicht vereinbar, abgelehnt.

Hinter der Stagnationsthese verbirgt sich aber noch eine weitere Argumentation, die näher betrachtet werden muß, da sie zu den wesentlichen Grundlagen dieser These zu gehören scheint.

Nicht nur Fourastié hebt hervor, daß die sozialökonomische Entwicklung der letzten zweihundert Jahre einen "glatten Bruch"[1] in der Geschichte darstel-

[1] Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 81. "... une cassure, une brisure nette ..."

le[1]. Das wird damit begründet, daß in den Jahrtausenden, die vor dem achtzehnten Jahrhundert liegen, ganz im Gegensatz zur seitherigen Entwicklung, die Produktion pro Kopf nach oben begrenzt war. In diesen Jahrtausenden habe die sozialökonomische Entwicklung lediglich in, durch Kriege und Naturereignisse verursachten, *Schwankungen* um einen *stationären* Wert bestanden.

Angesichts dieser Darstellung ist es durchaus folgerichtig, die Entwicklung der letzten zweihundert Jahre als bloße *Unterbrechung* eines stationären Zustandes zu interpretieren. Damit liegt aber auch die Hypothese nahe, daß die Entwicklung seit dem achtzehnten Jahrhundert nur einen Teil einer *Übergangszeit* zwischen zwei stationären Zuständen darstelle[2]. Daraus folgt die Annahme, daß die sozialökonomische Entwicklung, langfristig gesehen, in einen neuen stationären Zustand einmünden müsse.

Die moderne Stagnationshypothese baut also auf eine Betrachtung *sehr langer* Zeiträume auf. Sie muß sich also auch Argumente aus einer ebenfalls sehr langfristigen Betrachtung entgegenhalten lassen.

---

[1] Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 81. "La production maxima, qui n'avait jamais pu, depuis des milliers d'années, dépasser dans les meilleurs années un certain volume maximum ..." Ebenda, S. 65. "... les bouleversements sont plus intenses qu'ils n'avaient été au cours de millénaires antérieurs ..." Rostow, a.a.O., S. 18. ".. es ist für die traditionelle Gesellschaft ein zentraler Tatbestand, daß es eine obere Grenze in der erreichbaren Produktion pro Kopf gibt." Siehe auch ebenda, S. 18 f. Derry and Williams, a.a.O., S. 276 f. C. Clark, The Conditions of Economic Progress. 3rd ed., largely rewritten. London 1960. S. 652.

[2] Bei Fourastié wird der alte stationäre Zustand ("équilibre ancien", Le grand espoir, a.a.O., S. 81.) als "la plage horizontale traditionnelle" beschrieben. Die Übergangszeit bezeichnet er als "période transitoire" (ebenda) und den zukünftigen stationären Zustand als "équilibre futur." Ebenda, S. 205. "... elle (la notion de période transitoire) se matérialise ... sous la forme d'une *courbe* à variations vives *séparant deux paliers* ..." (Hervorhebung von mir.) Fourastié leitet seine Stagnationsthese zwar aus seinen Hypothesen über den sekundären und tertiären Sektor ab; m.E. ist es aber sehr wichtig, die These vom "Übergang von einer Ebene zur anderen" als *selbständiges* Argument zu werten.

Zunächst erweisen sich die der Stagnationsthese unter anderem zugrunde liegenden Aussagen über die "Jahrtausende" vor der industriellen Revolution in vieler Hinsicht als zutreffend: während dieser Jahrtausende wurden auf vielen Gebieten keine Fortschritte gemacht, durch die sich die technischen Möglichkeiten der frühen potamischen Hochkulturen von denen des europäischen Mittelalters wesentlich unterscheiden[1]. Das gilt für alle Hochkulturen der Welt, einschließlich der fernöstlichen. Auch in den technischen Bereichen, in denen deutliche Fortschritte gemacht wurden[2], können diese nicht mit dem verglichen werden, was seit dem achtzehnten Jahrhundert an Entwicklungen zu beobachten ist. Immerhin ist es wesentlich, festzustellen, daß die Produktivität der Arbeitskraft in Teilbereichen erheblich anstieg. Die These von einer Konstanz der Produktivität ist aber, verglichen mit heute, annähernd richtig.

Die Überlegung an diesem Punkt abzubrechen, wäre je-

[1] Derry and Williams, a.a.O., Blatt gegenüber der Titelseite. "Removal of a 327-ton obelisk in Rome, 1586, by massed and skilfully organized manpower ... The method differs little from that used for similar tasks in Early Dynastic Egypt ... more than three millennia earlier ..." Ebenda, S. 246 f. Mit ebenda, S. 245, vgl. F.M. Feldhaus, Die Technik der Antike und des Mittelalters. Potsdam 1931, Tafel II. Zu einigen besonderen Aspekten noch heute fortwirkender altertümlicher Techniken vgl. F. Baade, Welternährungswirtschaft. (rowohlts deutsche enzyklopädie 29.) Hamburg 1956, S. 69 ff. Derselbe, Weltenergiewirtschaft. Atomenergie - Sofortprogramm oder Zukunftsplanung? (rowohlts deutsche enzyklopädie 75.) Hamburg 1958. S. 43 ff, insbesondere aber 49 f.

[2] R.J. Forbes, Studies in Ancient Technology. Vol. II. Leiden 1955. S. 78 ff. In der Zeit von den frühen Hochkulturen bis zum Mittelalter gelangen erhebliche Verbesserungen: 1. Durch besseres Geschirr konnte die Zugkraft der Pferde vervierfacht werden. 2. Die Leistung der Wassermühle konnte von 0,5 HP auf 60 HP angehoben werden. Die Verbesserungen haben bedeutende Folgen gehabt. Aber sowohl das Ausmaß dieser Verbesserungen wie auch die Zeiträume, über die sie sich erstrecken, zeigen deutlich, wieviel sich in den letzten zweihundert Jahren verändert hat, und wie sehr diese zweihundert Jahre gegenüber allem Früheren eine Einheit bilden.

doch irreführend, denn die technischen Möglichkeiten der frühen Hochkulturen gingen weit über das hinaus, was den Menschen in den vor dieser Zeit liegenden Jahrhunderttausenden zur Verfügung stand, als ihnen nur einfachste Steingeräte zu Gebote standen. Gegenüber diesen Jahrhunderttausenden, während denen die Menschheit auf diese Steingeräte angewiesen war, stellen die technischen Fähigkeiten der frühen Hochkulturen nicht nur einen wesentlichen Fortschritt dar, sondern der in wenigen Jahrtausenden erzielte Fortschritt bedeutet gegenüber den langen Zeiträumen davor eine Beschleunigung der Entwicklung, die, in der richtigen Relation gesehen, nicht geringer ist als die der Evolution der letzten zweihundert Jahre gegenüber den letzten vier bis fünf Jahrtausenden[1].

Das gleiche gilt aber ohne Zweifel auch für die Jahrhunderttausende, in denen der Mensch über Steinwerkzeuge verfügte, gegenüber seinen Frühformen, in denen selbst diese einfachsten Geräte nicht zu Gebote standen.

Wird der Blick auf diese sehr großen Zeiträume gerichtet, so ergibt sich, daß dieser ganze Prozeß offensichtlich von den Merkmalen der Irreversibilität, der Komplexitätsaugmentation und der Beschleunigung geprägt ist. Da also die zeitlichen und räumlichen Merk-

[1] Derry and Williams, a.a.O., S. 5. "Neolithic man is man emerging from savagery, having solved the basic problem of his food-supply by ... reliance upon stock-keeping ... The immediate result seems to have been a rapid growth of population without earlier parallel - the so-called Neolithic revolution. The long-term result ... was the dawn of civilization ..." Ebenda, S. 6. "... the very fact of settlement made men conscious of new wants ... seasons of comparative leisure ... This Neolithic culture spread ... from these eastern lands to Europe." Hier sind alle Merkmale beisammen: technischer Fortschritt als Wegbereiter allgemeinen menschlichen Fortschritts, Bevölkerungswachstum, beschleunigte Entwicklung, Zunahme an Komplexität aller Verhältnisse, neue Bedürfnisse und Verhaltensweisen, verschiedene Entwicklungsstufen in verschiedenen Räumen. Der wesentliche Unterschied besteht darin, daß dies alles in geringeren Dimensionen und erheblich langsamer vor sich ging als heute.

male der sozialökonomischen Evolution nicht nur für die letzten zweihundert Jahre, sondern für weit umfassendere Zeiträume zutreffen und die zeitlichen Merkmale in entsprechender Weise auch den Evolutionen, in die die sozialökonomische Entwicklung eingebettet ist, zugeordnet worden sind, nämlich der biologischen und der physikalischen, fehlt der Stagnationsthese m.E. eine tragfähige empirische Basis. Die Entwicklung seit der industriellen Revolution wird hier aus diesem Grunde nicht als Übergang von einem stationären Zustand zu einem anderen interpretiert, sondern als jüngste Phase einer ununterbrochenen Evolution, in der lediglich alle wesentlichen Evolutionsmerkmale erheblich stärker ausgeprägt waren als vor dieser Zeit in entsprechend langen Epochen der Geschichte.

Bei der Beurteilung der Stagnationsthesen der Sozialökonomen des vorigen Jahrhunderts ist zu beachten, daß zu ihrer Zeit weder die menschliche Vorgeschichte, noch die biologische Evolution bekannt war[1]. Für sie war die industrielle Revolution eine Störung eines bis dahin im wesentlichen unveränderten sozialökonomischen Zustandes. Für sie gab es noch keine Anhaltspunkte, die den Gedanken einer Entwicklung nahelegten, welche die These eines ständig zunehmenden Wohlstandes pro Kopf der Bevölkerung hätten rechtfertigen können[2].

---

[1]Diese Wissenschaften erreichten ihre heutige Bedeutung fast ausschließlich erst nach dem Tode von J.St. Mill (1873). Tiere wurden z.B. nicht als Evolutionsergebnis gesehen, sondern galten als unveränderlich. Bohm, a.a.O., S. 15.

[2]Damit waren z.B. Malthus Thesen der Zeit durchaus entsprechend. T.R. Malthus, An Essay on Population. Introduction by M.P. Fogarty. (Everyman's Library 692.) London, New York 1958, Vol. 1, S. 6. "That population has this constant tendency to increase beyond the means of subsistence ..." Auf den S. 12 bis 153 trägt Malthus umfangreiches empirisches Material für seine These zusammen. Ähnlich heißt es bereits bei F. Quesnay, Analyse du Tableau Economique. In: Derselbe, Oeuvres économiques et philosophiques. Publiées avec une introduction et des notes par A. Oncken. Francfort s/M, Paris 1888. S. 309. "Mais il ne faut pas oublier que, partout où la population jouit d'une vie paisible, elle s'accroît ordinairement au delà du produit du territoire ..."

Daß die Merkmale der sozialökonomischen Evolution für die nächsten Jahrzehnte nicht weniger bedeutungsvoll sein werden als sie es für die letzten zweihundert Jahre waren, folgt schon daraus, daß im gegenwärtig sozialökonomisch am weitesten entwickelten Land, den Vereinigten Staaten, allein im letzten Jahrzehnt so viele naturwissenschaftliche Entdeckungen gemacht wurden, daß davon ausgegangen werden kann, daß die technischen und industriellen Auswertungen dieser wissenschaftlichen Erfolge wahrscheinlich noch weit über fünfzig Jahre - oder eher noch längere Zeit - in Anspruch nehmen werden[1]. Für die Staaten Europas sowie einige andere entwickelte Industriestaaten kommt hinzu, daß sie sich gegenüber den Vereinigten Staaten in einem Entwicklungsrückstand befinden, der ebenfalls ein Jahrzehnt oder mehr beträgt.

[1] M. Planck, Vom Relativen zum Absoluten. Gastvorlesung gehalten in der Universität München, am 1. Dezember 1924. In: Physikalische Abhandlungen, a.a.O., S. 146. "Mit der Entdeckung der Elektronen, der Röntgenstrahlen und der Radioaktivität brach dann die neue Ära der Physik an, unter deren Eindruck wir heute stehen, und deren Auswirkungen noch durchaus nicht vollkommen übersehbar sind und sich jedenfalls noch auf lange Zeiträume erstrecken werden." Das wurde vor nahezu einem halben Jahrhundert gesagt, aber es ist auch heute noch gerechtfertigt, zu sagen, die oben aufgeführten Entdeckungen würden noch auf lange Zeiträume von Bedeutung sein. Einige weitere Ausführungen Plancks zeigen, wie wesentlich die wissenschaftlichen Fortschritte der letzten siebzig bis achtzig Jahre sind (damit ergibt sich zugleich eine weitere Erklärung, warum unser Jahrhundert die Erfolge des vorigen Jahrhunderts in so entscheidender Weise übertreffen konnte, obwohl schon das neunzehnte Jahrhundert alle früheren weit hinter sich ließ): Ebenda, S. 145. Wandlung der Physik von Grund auf innerhalb von fünfzig Jahren. Derselbe, Zur Geschichte der Auffindung, a.a.O., S. 255 (neue Epoche.) Derselbe, Die Entstehung, a.a.O., S. 127. Ebenda, S. 131. Derselbe, Physikalische Gesetzlichkeit im Lichte neuerer Forschung. Vortrag, gehalten am 14. Februar 1926 in Düsseldorf. In: Physikalische Abhandlungen, a.a.O., S. 161. Ebenda, S. 166. Ebenda, S. 170. Derselbe, Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Naturanschauung. Vortrag, gehalten am 23. September 1910 in Königsberg. In: Derselbe, Vorträge, a.a.O., S. 53 (radikale Umwälzungen, wie die des Kopernikus). Ebenda, S. 67.

§ 7. Kausal- und Evolutionsvarianten

1. Die zeitliche und räumliche Bedingtheit von Kausalzusammenhängen

Die Untersuchung der historischen sozialökonomischen Evolution hat zu dem Ergebnis geführt, daß Kausalzusammenhänge zwischen sozialökonomischen Phänomenen insbesondere auf Grund der empirischen Evidenz des zeitlichen Merkmals der Komplexitätsaugmentation unbeständig sind, daß sich die empirischen Kausalzusammenhänge regional unterscheiden[1], weil sich die Systeme der westlichen Industriestaaten nicht alle in der gleichen Evolutionsphase befinden und daher von verschiedenem Komplexitätsgrad sind, sowie, daß die durch diese zeitlichen und räumlichen Merkmale definierte Realstruktur der sozialökonomischen Evolution auch in Zukunft relevant sein wird. D.h., daß die weitere sozialökonomische Entwicklung ebenso wie die der letzten zweihundert Jahre dadurch gekennzeichnet sein wird, daß auf Grund dieser zeitlich und räumlich beschränkten Relevanz von Kausalzusammenhängen jedem homogenen Intervall, bezogen auf eine bestimmte Region, eine besondere *Variante* eines Zusammenhangs eigen ist.

Jede Ausprägung einer solchen zeitlich und räumlich begrenzt relevanten Abstraktion eines realen Zusammenhangs wird als *Kausalvariante* bezeichnet[2]. Zum Unter-

---

[1] Kuhlo, in der Wiedergabe Borchardts, a.a.O., S. 553 f. "Die Funktion mit ihren regressionsanalytisch gewonnenen Koeffizienten gelte nur für Deutschland und nur für einen bestimmten Zeitraum." F. Neumark, Gedanken zur Allgemeinheit der Wirtschaftstheorie. "Kyklos", Basel, Vol. XII (1959), S. 476. Åkerman, Synthese, a.a.O., S. 61. H. Gollnick, Probleme der Wirtschaftsprognose aus der Sicht des Ökonometrikers. "Jahrbuch für Sozialwissenschaft", Göttingen, Bd. 16 (1965), S. 56.

[2] Eine Kausalvariante wird also als Gesetz im vollen Sinne des Wortes betrachtet; m.E. besteht auf Grund der Ergebnisse der Untersuchung der physikalischen Gesetze kein Anlaß, auf Gesetze dieser Art den von Albert benutzten Begriff des *Quasi-Gesetzes* anzuwenden. Dieser Begriff scheint m.E. in diesem Zusammenhang unzutreffend zu sein. H. Albert, Theorie (Fortsetzung S. 70.)

schied von allgemeinen Kausalvarianten, in denen beliebig viele Ursachen auftreten, werden solche, bei denen nur die Zeit als echte oder formale Ursache verwendet wird, als *Evolutionsvariante* bezeichnet, da bei dieser Darstellung in aller Regel nicht ein Ursache-Wirkungsverhältnis, sondern eine Entwicklungsdarstellung im Vordergrund steht.

2. Ein subjektives Maß zur Variantentrennung

Auf die Frage, wann eine zunächst verwendete Kausalvariante durch eine neue zu ersetzen ist, wird sich kaum eine objektive und allgemein verbindliche Antwort finden lassen. Es kann nur so viel gesagt werden, daß eine zunächst durchaus zutreffende Kausalvariante dann durch eine neue zu ersetzen ist, wenn sie gegenüber einer auf Grund theoretischer Überlegungen und empirischer Untersuchungen ermittelten neuen Variante, die bereits für eine gewisse Zeit nachgewiesenermaßen eine hinreichende Autonomie besitzt, eine weniger gute Abstraktion darstellt. Die Grenze zwischen zwei Kausalvarianten ist also keineswegs allgemeingültig bestimmbar, sondern hängt davon ab, welche Bedeutung den Fehlern einer älteren Variante beigemessen wird, wenn sie sich von einer neuen zu unterscheiden beginnt. Unter Verwendung eines Begriffs von Krelle, der diesen Tatbestand gut erfaßt, kann gesagt werden, eine zunächst verwandte Kausalvariante sei dann durch eine neue zu ersetzen, wenn die Differenz in der Qualität der Abstraktion von Zusammenhängen, um die die ältere

---

und Prognose in den Sozialwissenschaften. "Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik, Bern, Jg. 93 (1957), S. 68. Vgl. dort auch die Einschränkungen Alberts. Zur Verwendung dieses Begriffs vgl. aber auch Gollnick, a.a.O., S. 56. Gegen Auffassungen, die den Gesetzesbegriff für den sozialökonomischen Bereich ablehnen, führt Kendall, Natural Law, a.a.O., S. 12, m.E. zu recht aus: "I therefore see no reason for denying the use of the word "law" to describe the sort of social phenomena we have been considering. A precisian might prefer a different word, but let us not get involved in logomachy." Es ist jedoch zu beachten, daß die von Kendall behandelten Fragen nicht dem gleichen Gegenstand und Zweck dienen, wie diese Abhandlung.

Version der neueren unterlegen ist, den *Schwellenwert der Fühlbarkeit*[1] überschreitet, der sich aus dem jeweiligen Verwendungszweck der Untersuchung ergibt. Welche quantitativen Methoden zur Ermittlung dieser Qualitätsdifferenz anzuwenden sind, ist noch zu untersuchen. Diese Untersuchung kann aber erst dann vorgenommen werden, wenn zuvor bestimmt worden ist, mit welchen Methoden quantitative Abstraktionen realer Zusammenhänge auf Grund empirischer Beobachtungen ermittelt werden können.

[1]Dieser von Krelle in einem anderen Zusammenhang verwendete Begriff ist m.E. allgemein anwendbar. Krelle, Preistheorie, a.a.O., S. 4. Ebenda, S. 12 f.

2. Teil: Die mathematischen Instrumente

3. Kapitel: Die Einfachregression

§ 8. Die Abstraktion von Zusammenhängen

1. Die Existenz von Zusammenhängen

Bevor nun mit der Untersuchung begonnen wird, welche mathematischen Instrumente zur Quantifizierung von Abstraktion und Kontingenz zur Verfügung stehen, ist es zweckmäßig, wenigstens einige allgemeine, mehr qualitative Überlegungen darüber vorausgehen zu lassen, wann oder ab wann überhaupt von einem Zusammenhang und damit von einer Kausalvariante gesprochen werden soll. Denn es ist offenbar nicht schwer, zwischen sehr vielen Phänomenen plausible Zusammenhänge zu begründen, die aber hinsichtlich des jeweiligen Untersuchungszwecks oder sogar ganz allgemein als ziemlich bedeutungslos angesehen werden können. Ob ein Zusammenhang zwischen zwei Phänomenen bedeutungsvoll oder belanglos ist, ist in der Regel weit weniger eine theoretische als vielmehr eine praktische Frage, die sich recht gut mit dem Begriff des Schwellenwertes der Fühlbarkeit behandeln läßt.

Seien z.B. die beiden Phänomene x und y gegeben. Nun wird die irgendwie in geeigneter Weise definierte Stärke[1] oder Bedeutung des Zusammenhangs zwischen diesen Phänomenen, bzw. der Schwellenwert, der das Relevanzkriterium[2] dafür darstellt, ab wann der Zusammen-

[1] Vgl. z.B. Lange, a.a.O., S. 64 ff.

[2] Ebenda, S. 64.

hang so stark ist, daß er als wesentlich angesehen werden muß[1], mit den großen griechischen Buchstaben Omega bzw. Omikron, Ω bzw. O, bezeichnet. Es wird weiterhin vereinbart, daß Ω die Einwirkung von x auf y darstellt. Dann ist ein Zusammenhang offensichtlich nur für den Fall relevant und damit zu untersuchen, wenn $\Omega > O$ gilt. Für den Fall $\Omega < O$ wird der Zusammenhang zwischen x und y als bedeutungslos, also praktisch als nicht existent angesehen. Wird nun auch die Möglichkeit betrachtet, daß x von y beeinflußt wird und werden für diesen Zusammenhang in entsprechender Weise die kleinen griechischen Buchstaben ω bzw. o eingesetzt, so zeigt sich sofort, daß für den Fall, daß nur zwei Phänomene zueinander in Beziehung gesetzt werden, bereits vier verschiedene Arten von Zusammenhängen zwischen x und y zu unterscheiden sind. Im Fall $\Omega > O$ und $\omega > o$ besteht ein wechselseitiger Zusammenhang, also ein Kreislauf, während im Fall $\Omega < O$ und $\omega < o$ wechselseitige Autonomie gegeben ist, also kein relevanter Zusammenhang zwischen x und y besteht. In den Fällen $\Omega > O$, $\omega < o$ bzw. $\Omega < O$, $\omega > o$ besteht ein einseitiger Zusammenhang, in welchem x auf y einwirkt, ohne daß eine Rückwirkung von y auf x gegeben ist bzw. umgekehrt. Werden diese Fälle in ein Matrizenschema eingetragen, so stehen die wechselseitigen Fälle auf der Diagonalen, während die einseitigen Fälle die übrigen Felder des Schemas besetzen. Eine dritte, oft anzutreffende Methode, Zusammenhangsmöglichkeiten zwischen Phänomenen darzustellen, besteht darin, Pfeilschemata zu skizzie-

---

[1] Bohm, a.a.O., S. 2 (Fußnote), behandelt diese Frage für physikalische Zusammenhänge. "Whether a particular abstraction is valid in a given situation then depends on the extend to which those factors that it ignores do in fact produce negligible effects in the problems of interest." Ebenda, S. 139 f (Fußnote). ".. autonomy may have many origins; e.g. ... the decay of .. influence with the passage of time, ..., the existence of *thresholds*, such that influences which are too weak to surpass these thresholds produce no significant effects ..." (Hervorhebung von mir.)

ren[1]. Der hier betrachtete Fall, in dem nur zwei Phänomene auf ihre Beziehungen untersucht worden sind, kann nun verallgemeinert werden, indem angenommen wird, daß sowohl x als auch y von vielen anderen Phänomenen beeinflußt werden. Gerade in diesen Fällen ist es dann zweckmäßig, mit einem schematischen Verfahren die dabei möglichen Zusammenhänge zunächst ganz generell zu untersuchen.

2. Beobachtung, Abstraktion und Kontingenz

Die Untersuchung der sozialökonomischen Kausalität führte zu dem Ergebnis, daß jede Kausalvariante, ebenso wie ein Kausalgesetz in der Physik, eine Abstraktion ist, daß also von vornherein nicht erwartet werden kann, daß sich die mit Hilfe einer solchen Abstraktion ermittelten Aussagen mit beliebiger Exaktheit durch reale Beobachtungen bestätigen lassen, selbst dann nicht, wenn angenommen wird, daß alle relevanten Phänomene mit beliebiger Genauigkeit gemessen werden können.

Für die Erstellung von Prognosen langfristiger Entwicklungen sozialökonomischer Phänomene, wie z.B. der langfristigen Nachfrage, ist es nun von großer Bedeutung, welche Möglichkeiten gegeben sind, mit Hilfe empirischer Werte, die in der Vergangenheit ermittelt worden sind, eine Art "empirischer Formel"[2] zu berechnen, die einen zunächst nur auf Grund theoretischer Überlegungen oder bereits vorhandener empirischer Erfahrungen qualitativ

[1] H. Kuhn, Die Struktur quantitativer Modelle. Zur wirtschaftstheoretischen Grundlegung der Ökonometrie. (Tübinger wirtschaftswissenschaftliche Abhandlungen, Bd. 4.) Tübingen 1968. S. 32 ff. E. Förster, F. Egermayer, Korrelations- und Regressionsanalyse. Ein Leitfaden für Ökonomen. Berlin 1966. S. 14. Orcutt, Actions, a.a.O., S. 310. H. Wold, Causal Inference from Observational Data. A Review of Ends and Means. "Journal of the Royal Statistical Society", Series A (General), London, Vol. 119 (1956), S. 41.

[2] W.I. Smirnow, Lehrgang der höheren Mathematik. T. 1. 8., berichtigte Aufl. Übersetzt von K. Krienes. (Hochschulbücher für Mathematik, hrsg. von H. Grell, K. Maruhn und W. Rinow, Bd. 1.) Berlin 1967. S. 16 f.

bekannten Zusammenhang quantifiziert.

Dabei wird zunächst von einem Zusammenhang zwischen nur zwei Phänomenen, x und y, ausgegangen, wobei unterstellt wird, daß bekannt ist, daß die Realität, hinsichtlich des besonderen Verwendungszwecks des quantifizierten Zusammenhangs, adäquat durch die Ausdrücke $\Omega > 0$, $\omega < o$ wiedergegeben wird; d.h. es handelt sich um einen einseitigen Zusammenhang, bei dem zwar x auf y einwirkt, die Rückwirkung von y auf x aber praktisch völlig ohne Bedeutung oder sogar überhaupt nicht feststellbar ist, unbeschadet der Tatsache, daß sie wenigstens prinzipiell vorhanden und auch durchaus gedanklich vorstellbar ist[1]. Ein solcher Zusammenhang, bei dem das verursachte oder beeinflußte Phänomen nur von einem einzigen anderen Phänomen abhängt, wird als *monokausal* bezeichnet.

Nun werden, zur Unterscheidung von den empirisch beobachteten Werten von y, die mit Hilfe der noch zu ermittelnden empirischen Formeln bestimmten Werte mit $\hat{y}$ bezeichnet. Insgesamt seien jeweils n einander paarweise zugeordnete Werte von x und y (Wertepaare) beobachtet worden. Als mathematischer Ausdruck für die empirische Formel, mit deren Hilfe die Quantifizierung dieses monokausalen Zusammenhangs versucht werden soll, wird die *Funktion* verwendet, so daß geschrieben werden kann

$$(8.1) \qquad \hat{y}_i = f(x_i) \qquad i = 1,2,\ldots,n.$$

Dabei tritt also der Abstraktionswert des verursachten Phänomens y, nämlich $\hat{y}$, als abhängige Variable (Funktion) und das verursachende Phänomen, x, als unabhängige Variable auf.

Wird nun zunächst, zur weiteren Vereinfachung der Betrachtung, neben der Monokausalität noch unterstellt,

---

[1] Vgl. z.B. T.C. Koopmans, When is an Equation System Complete for Statistical Purposes? In: Statistical Inference in Dynamic Economic Models. Ed. by Derselbe, with Introduction by J. Marschak. (Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 10.) New York, London 1950. S. 399.

daß bekannt ist, daß eine lineare Funktion eine adäquate Abstraktion des betreffenden Zusammenhangs ist, dann kann geschrieben werden

$$(8.2) \quad \hat{y}_i = a + bx_i.$$

Die durch den Gesamteinfluß des Hintergrundes und der Substruktur, d.h. durch die Kontingenz bewirkten Differenzen zwischen den y_i und den $\hat{y}_i$, von Beobachtungsfehlern wird weiterhin abgesehen, werden nun mit dem Symbol u_i bezeichnet. Diese Differenzen werden üblicherweise als "Fehler" bezeichnet[1]. Es kann also geschrieben werden

$$(8.3) \quad y_i = \hat{y}_i \pm u_i$$

$$(8.4) \quad y_i = a + bx_i \pm u_i.$$

Werden die beobachteten Werte der Variablen in ein Koordinatensystem eingetragen, so ergibt sich auf einfache und anschauliche Weise, daß von einer adäquaten Abstraktion, also im hier angenommenen Fall von der Geraden, offenbar zu verlangen ist, daß sie möglichst genau "mitten" durch die Punktmenge, die oft als "Punktwolke" bezeichnet wird, verläuft[2]. Was unter dem Begriff "mitten" durch präzise zu verstehen ist, muß also im folgenden noch bestimmt werden. Zunächst wird aber

---

[1] J. Marschak, Economic Measurements for Policy and Prediction. In: Studies in Econometric Method, a.a.O., S. 12. Im Gegensatz zur vorherrschenden Interpretation der Fehler werden diese jedoch von mir nicht wahrscheinlichkeitstheoretisch interpretiert, sondern es wird zunächst noch offengelassen, entsprechend den früheren Überlegungen in dieser Abhandlung, ob die Kontingenz bei Kausal- und Evolutionsvarianten in der besonderen Form des Zufalls auftritt.

[2] C.F. Gauss, Aus der Theorie der Bewegung der Himmelskörper, welche in Kegelschnitten die Sonne umlaufen. 2. Buch. 3. Abschnitt. Bestimmung der Bahn, die beliebig viele Beobachtungen möglichst genau erfüllt. (1809). In: Derselbe, Abhandlungen zur Methode der kleinsten Quadrate. In deutscher Sprache hrsg. von A. Börsch und P. Simon. Berlin 1887. S. 95. "... so wird diese Bahn zwischen allen diesen Beobachtungen gleichsam die Mitte halten ..." Vgl. Smirnow, a.a.O., S. 17.

noch die Beobachtung gemacht, daß bei einer "mitten" durch die Punktwolke laufenden Geraden notwendigerweise einige der empirischen Beobachtungspunkte über und andere unter der Geraden liegen müssen. Es gilt also

$$(8.5) \qquad u_i = y_i - \hat{y}_i \qquad \begin{cases} u_i > 0 & \text{für } y_i > \hat{y}_i \\ u_i = 0 & \text{für } y_i = \hat{y}_i \\ u_i < 0 & \text{für } y_i < \hat{y}_i \end{cases}$$

§ 9. Die Prinzipien der Repräsentation

1. Das Prinzip der Neutralität

Werden nun die u_i nach ihren Vorzeichen sortiert und getrennt addiert, so ergeben sich zwei Fehlersummen $\Sigma+u_j$ und $\Sigma-u_k$, $j = 1,2,\ldots,r$; $k = 1,2,\ldots,q$; $r + q \leq n$. Fehler, die gleich Null sind, können hier offenbar vernachlässigt werden. Erweist sich nach dieser Summenbildung die positive Fehlersumme, absolut gesehen, als größer verglichen mit der negativen, so würde das offenbar bedeuten, daß die Gerade nicht "mitten" durch die Punktwolke verliefe, sondern mehr in deren unterem Teil läge, und entsprechend zu sehr in ihrem oberen Bereich, wenn die negative Summe absolut größer wäre. In dieser Terminologie ist also, da die Gerade "mitten" durch die Punktwolke verlaufen soll, zu fordern, daß sie das "*Prinzip der Neutralität*" in dem Sinne erfüllt, daß die beiden Arten der Fehlersummen, absolut gesehen, genau gleich groß sind,

$$(9.1) \qquad \Sigma|+u_j| = \Sigma|-u_k|$$

oder, was damit identisch ist, daß die Fehlersumme genau gleich Null ist,

$$(9.2) \qquad \Sigma u_i = 0.$$

Daraus folgt unmittelbar für den mittleren Fehler

$$(9.3) \qquad \bar{u} = 0.$$

Wird nun in Gleichung (8.5) über alle i summiert, so folgt, unter Beachtung von Gleichung (9.2),

$$(9.4) \quad \Sigma u_i = \Sigma y_i - \Sigma \hat{y}_i = 0$$

$$(9.5) \quad \Sigma y_i = \Sigma \hat{y}_i,$$

woraus sich sofort die Identität der Mittelwerte ergibt,

$$(9.6) \quad \bar{y} = \hat{\bar{y}}.$$

Die hier diskutierte Neutralitätsbedingung wird in der Literatur kaum beachtet. Die Forderung der Gleichung (9.2) wird jedoch schon bei Gauss[1] und Laplace[2] erwähnt.

Als Maß für die Neutralität einer Abstraktion kann der Ausdruck

$$(9.7) \quad \psi = \frac{\Sigma|u|}{\Sigma|u|^*}$$

verwendet werden, wobei $\Sigma|u|^*$ jeweils die größere der beiden Fehlersummen der Gleichung (9.1) ist. Da $\Sigma|u|$ dann notwendigerweise im Bereich $0 \leqq \Sigma|u| \leqq \Sigma|u|^*$ liegen muß, liegt ψ stets im Bereich $0 \leqq \psi \leqq 1$, wobei der Wert 1 bedeutet, daß die Abstraktion vollkommen neutral ist und 0, daß sie vollkommen oberhalb oder unterhalb der Punktwolke liegt, d.h. wenn $\Sigma|u|$ gleich Null ist. Für den Fall, daß beide Summen gleich Null sind, wird vereinbart, daß ψ gleich Eins sein soll. ψ wird im folgenden als *Neutralitätskoeffizient* bezeichnet.

Wird in Gleichung (8.4) über alle i summiert, so folgt daraus, unter der Bedingung (9.2), sofort

$$(9.8) \quad \Sigma u_i = \Sigma y_i - na - b\Sigma x_i = 0$$

$$(9.9) \quad a = \bar{y} - b\bar{x}$$

wobei $\bar{x}$ der Mittelwert der x_i ist. Für irgendein vorgegebenes b kann nun nach Gleichung (9.9) ein Wert für a bestimmt werden. Werden diese beiden Parameter in Gleichung (8.2) eingesetzt, die $\hat{y}_i$ für alle i berechnet

---

[1] Gauss, Aus der Theorie der Bewegung, a.a.O., S. 114. "... Laplace ... fordert nämlich, dass die Summe der Differenzen selbst, ohne Aenderung der Vorzeichen, = 0 wird."

[2] Laplace, a.a.O., S. 318. ".. supposant nulle la somme des erreurs ..."

und summiert, so sind notwendigerweise die Gleichungen (9.1) bis (9.6) erfüllt und es gilt $\psi = 1$.

Wird a dagegen bei vorgegebenem b abweichend von Gleichung (9.9) gebildet, so ist die Fehlersumme ungleich Null und kann bei entsprechenden Werten von a beliebig vergrößert werden. Daraus folgt, daß die Fehlersumme eine Funktion der Parameter ist,

$$(9.10) \qquad \Sigma u_i = f(a,b).$$

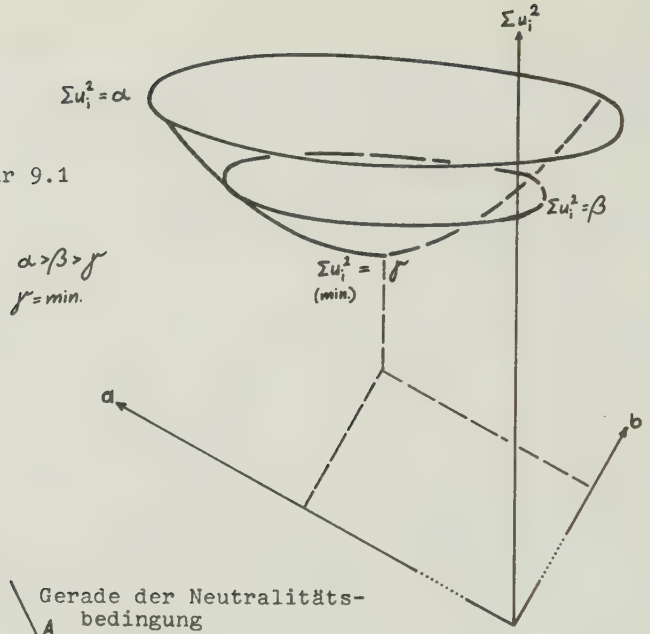
Die Menge aller Parameterkombinationen, die sich aus Gleichung (9.9) ableiten läßt, kann als Gerade in einem Koordinatensystem mit den Achsen a und b dargestellt werden (Figur 9.2)[1]. Alle durch diese Gerade bestimmten Parameterkombinationen haben die gemeinsame Eigenschaft, die Fehlersumme verschwinden zu lassen. Daraus folgt, daß die Neutralitätsbedingung von einer unendlich großen Anzahl von Parameterkombinationen erfüllt wird. Die Bedingung der Neutralität ist daher eine zwar notwendige Bedingung, wenn die Gerade "mitten" durch die Punktwolke verlaufen soll, sie ermöglicht jedoch nicht, eine eindeutige empirische Formel zu bestimmen. Zu dieser Bestimmung muß also noch mindestens ein weiteres Kriterium hinzugezogen werden.

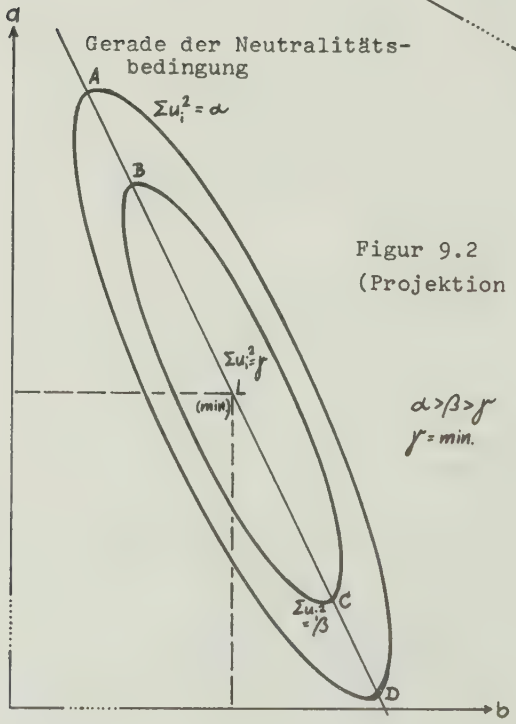
2. Das Prinzip des möglichst Naheliegens

Das Prinzip der Neutralität fordert nur, daß die Summen der negativen und der positiven Fehler gleich groß sein sollen, setzt also keine Schranke für die Größe der Fehlersummen, sondern ist für beliebig große Fehlersummen erfüllbar. D.h. die Neutralitätsbedingung läßt zu, daß sich die Abstraktionswerte beliebig weit von den beobachteten Werten entfernen, wenn und solange sie nur insgesamt nach oben genauso sehr abweichen wie nach unten. Für die quantitative Abstraktion eines realen Zusammenhangs kommt es aber ohne Zweifel darauf an, daß die Abstraktionswerte, insgesamt gesehen, *so nahe wie möglich* bei den empirischen

[1]Den Figuren 9.1 und 9.2 liegt ein bestimmtes Zahlenbeispiel zugrunde.

Figur 9.1





Figur 9.2
(Projektion aus Figur 9.1)

Werten *liegen*, so daß, alles in allem, die Diskrepanz zwischen Realität und Abstraktion möglichst gering ist. Es muß daher versucht werden, die Fehlersumme in irgendeiner Weise zu minimieren. Das ist offenbar mit Hilfe der einfachen positiven oder negativen Fehler nicht möglich, da diese unter der Bedingung (9.1) stets gleich Null sind. Diese Schwierigkeit kann beseitigt werden, wenn es gelingt, den Unterschied zwischen negativen und positiven Fehlern in geeigneter Weise aufzuheben, so daß sie "*addierbar*" werden, und zwar so, daß sie auch dann, wenn die Neutralitätsbedingung erfüllt wird, nicht verschwinden.

Die "klassische" Lösung, die Fehler in diesem Sinne "addierbar" zu machen, besteht darin, die Fehler zu quadrieren, so daß alle Fehler positiv werden und sich nicht mehr durch entgegengesetzte Vorzeichen aufheben können.

Die Summe der Fehlerquadrate ist offenbar ebenso wie die einfache Fehlersumme eine Funktion der Parameter a und b (Figur 9.1)[1],

$$(9.11) \qquad \Sigma u_i^2 = f(a,b).$$

Die Forderung des *möglichst Naheliegens* führt nun offenbar dazu, die Parameter zu suchen, für die die Summe der Fehlerquadrate ein Minimum ist,

$$(9.12) \qquad \Sigma u_i^2 \rightarrow \min!$$

Diese Methode, die Summe der Quadrate der Differenzen zwischen beobachteten und berechneten Werten zu minimieren, die allgemein als "*Methode der kleinsten Quadrate*" bezeichnet wird, scheint ihren Namen von Legendre erhalten zu haben, der sie 1806 als "méthode des moindres

[1]Goldberger kommt durch ein etwas anderes interessantes Vorgehen zu Darstellungen, die den Figuren 9.1 und 9.2 ähnlich sind. A.S. Goldberger, Topics in Regression Analysis. (Macmillan Series in Economics.) New York, London 1968. S. 52 ff. Vgl. auch N.R. Draper, H. Smith, Applied Regression Analysis. (Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics.) New York, London, Sydney 1967. (3rd Printing.) S. 65 f. Dabei ist jedoch darauf zu achten, daß die Interpretation dort eine andere ist.

carrés" bezeichnete[1]. Von *Gauss* wurde diese Methode jedoch bereits seit 1795 verwendet[2] und seit 1797 wahrscheinlichkeitstheoretisch begründet[3]. Aber noch 1809 hob Gauss ausdrücklich hervor, daß diese Methode auch unabhängig von der Wahrscheinlichkeitstheorie begründet werden kann[4]. Nach Gauss hat sich jedoch die von ihm entwickelte wahrscheinlichkeitstheoretische Begründung allgemein durchgesetzt. Auch Laplace hat diese Methode, unter wahrscheinlichkeitstheoretischen Gesichtspunkten, verwendet[5]. 1868 wurde dann von *Henke* in einer

---

[1] Gauss, Aus der Theorie der Bewegung, a.a.O., S. 113. "Uebrigens ist unser Princip, ... kürzlich auch von *Legendre* in dem Werke "Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes, Paris 1806" aufgestellt worden ..." Derselbe, (Anzeige der Vorlesung:) Theoria Combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae, pars prior. "Göttingische gelehrte Anzeigen", (1821). In: Derselbe, Abhandlungen, a.a.O., S. 194. Derselbe, (Anzeige des Werkes:) Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientum. (Auszug) Hamburgi 1809. "Göttingische gelehrte Anzeigen", (1809). In: Ebenda, S. 204 f. Laplace, a.a.O., S. 353.

[2] Gauss, Aus der Theorie der Bewegung, a.a.O., S. 113. "... unser Princip, dessen wir uns schon seit dem Jahre 1795 bedient haben ..." Laplace, a.a.O., S. 353. "... M. Legendre ... est le premier qui ait publié cette méthode; mais on doit à M. Gauss la justice d'observer qu'il avait eu, plusieurs années avant cette publication, la même idée dont il faisait un usage habituel, et qu'il avait communiquée à plusieurs astronomes." Vgl. aber auch einen Hinweis auf Lagrange in B.L. van der Waerden, Mathematische Statistik. 2. Aufl. (Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der Anwendungsgebiete, Bd. 87.) Berlin, Heidelberg, New York 1965. S. 124.

[3] Gauss, Theoria Combinationis, a.a.O., S. 193. "Der Verfasser gegenwärtiger Abhandlung, welcher im Jahre 1797 diese Aufgabe nach den Grundsätzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung zuerst untersuchte ..."

[4] Derselbe, Aus der Theorie der Bewegung, a.a.O., S. 112. "Uebrigens wird das Princip, dass die Quadrate der Differenzen zwischen den beobachteten und berechneten Grössen die allerkleinste Summe ergeben müsse, auch *unabhängig von der Wahrscheinlichkeitsrechnung* ... erwogen werden können." (Hervorhebung von mir.)

[5] Laplace, a.a.O., passim.

größeren Untersuchung die Methode der kleinsten Quadrate erneut unter Ausschluß von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen begründet, und zwar mit Hilfe des "*Prinzips des möglichst Naheliegens*"[1]. Daneben hob Henke hervor, daß die Methode der kleinsten Quadrate, die ursprünglich zur Ausgleichung von Beobachtungsfehlern entwickelt worden war, eine Lösung für weit allgemeinere Aufgabenstellungen bietet[2]. Die Abhandlung von Henke scheint jedoch völlig in Vergessenheit geraten zu sein[3].

Abstraktionen unter Verwendung der wahrscheinlichkeitstheoretisch interpretierten Methode der kleinsten Quadrate werden in der sozialökonomischen Literatur allgemein als *Schätzung* bezeichnet. In den folgenden Paragraphen dieser Abhandlung wird jedoch,

---

[1] R. Henke, Über die Methode der kleinsten Quadrate. 2., unveränd. Aufl. Nebst Zusätzen. Leipzig 1894. S. 67. "Nach diesen Betrachtungen würde ich es für zweckmäßig halten, wenn man zur Begründung der Methode der kleinsten Quadrate die Wahrscheinlichkeitstheorie überhaupt nicht mehr in Anspruch nehmen würde. Das Problem der Ausgleichungsrechnung ist eine Aufgabe des "möglichst nahe Liegens" und kann gelöst werden durch das Prinzip, dass die Quadratsumme der Abweichungen ein Minimum werde. Die Willkür in der Annahme dieses Prinzips tritt klar und unverhüllt hervor, aber man sieht dafür auch deutlich, dass und warum man nichts Einfacheres an seine Stelle setzen kann." Henke verweist in diesem Zusammenhang noch auf einen Brief von Gauss an Schumacher, in dem Gauss schreibt: "Die sogenannten wahrscheinlichen Fehler wünsche ich eigentlich ... ganz proskribiert ..."

[2] Ebenda, S. 44. "Diese Bedingung, welche den mathematischen Ausdruck der Forderung des möglichst nahe Liegens darbietet, enthält den Fundamentalsatz der Methode der kleinsten Quadrate, wenn man derselben eine allgemeinere Bedeutung als nur die eines praktisch notwendigen Hilfsmittels zur Ausgleichung von Beobachtungen zuschreibt. Nach den vorangegangenen Betrachtungen ist diese Methode das Mittel zur Lösung einer ganzen Klasse von Aufgaben ..."

[3] Eine Ausnahme ist der nun fast siebzig Jahre alte Aufsatz von J. Bauschinger, Ausgleichungsrechnung. (Methode der kleinsten Quadrate. Fehlertheorie.) In: Encyklopädie der Mathematischen Wissenschaften, a.a.O., S. 778. "... Henke benützt ... Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen ausschliessend, das Prinzip des "möglichst nahe Liegens", von dem er durch einwandfreie Deduktion zum Hauptsatz der Methode der kleinsten Quadrate kommt."

durch Verwendung des Prinzips des möglichst Naheliegens, zunächst *jede Wahrscheinlichkeitsbetrachtung ausgeschlossen* werden.

Die wahrscheinlichkeitsfreie Abstraktion mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate, d.h. die auf die Prinzipien der Neutralität und des möglichst Naheliegens aufbauende Abstraktionsmethode, wird im folgenden zur terminologischen Abgrenzung gegenüber der Schätzung als *Repräsentation* bezeichnet.

Das Verfahren, die Summe der Quadrate der Differenzen zwischen Beobachtungen und Berechnungen zu minimieren, wird auch als *Regression*[1] bezeichnet, und, wenn bei den betrachteten Zusammenhängen nur eine unabhängige Variable auftritt, als *Einfachregression*.

In dieser Abhandlung wird der Regressionsbegriff als Oberbegriff der Ausdrücke Repräsentation und Schätzung verwendet.

§ 10. Die Methode der kleinsten Quadrate[2]

1. Die Ursprungsmethode

Für die Forderung (9.12) kann offenbar, wenn in

---

[1] E. Kreyszig, Statistische Methoden und ihre Anwendungen. Göttingen 1965. S. 257 ff. G.W. Snedecor, Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology. 4 th ed. Ames, Iowa, 1946. S. 105. Ebenda, S. 132. O.W. Haseloff, H.-J. Hoffmann, Kleines Lehrbuch der Statistik für Naturwissenschaft und Technik, Psychologie, Sozialforschung und Wirtschaft. 3., neu bearb. u. erw. Aufl. Berlin 1968. S. 230. Förster, Egermayer, a.a.O., S. 25 ff. M. Fisz, Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik. 3., durchges. Aufl. (Hochschulbücher für Mathematik, Bd. 40.) Berlin 1965. S. 82 ff.

[2] Draper, Smith, a.a.O., S. 10. J.W. Linnik, Methode der kleinsten Quadrate in moderner Darstellung. (Mathematik für Naturwissenschaft und Technik, Bd. 5.) Berlin 1961. S. 1 ff. J. Johnston, Econometric Methods. (International Student Edition.) New York 1963. S. 9 ff. Ezekiel, a.a.O., S. 34 ff. M. Ezekiel, K.A. Fox, Methods of Correlation and Regression Analysis. Linear and Curvilinear. 3rd. ed. New York, London, Sydney 1965. S. 61 ff. E.M.L. Beale, Numerical Methods. In: Nonlinear Programming. Ed.: J. Abadie, Contributors: S. Vajda u.a. Amsterdam 1967. S. 136 f.

Gleichung (8.5) über alle i quadriert und dann summiert wird

$$(10.1) \qquad \Sigma u_i^2 = \Sigma(y_i - \hat{y}_i)^2 \rightarrow \min!$$

geschrieben werden und unter Beachtung von Gleichung (8.2) folgt daraus

$$(10.2) \qquad \Sigma u_i^2 = \Sigma\{y_i - (a + bx_i)\}^2 \rightarrow \min!$$

Nun wird untersucht, ob diese Funktion ein Minimum besitzt. Zunächst wird die erste Ableitung nach a ermittelt (partielle Ableitung) und gleich Null gesetzt,

$$(10.3) \qquad \frac{\partial}{\partial a}\Sigma u_i^2 = -2\Sigma y_i + 2na + 2b\Sigma x_i = 0.$$

Die zweite Ableitung ist offensichtlich positiv,

$$(10.4) \qquad \frac{\partial^2}{\partial a^2}\Sigma u_i^2 = 2n > 0,$$

da die Anzahl der Beobachtungen, n, nicht negativ sein kann. Also besitzt die Funktion Σu_i^2 ein Minimum. Aus Gleichung (10.3) folgt für den Minimumparameter a die Lösungsgleichung

$$(10.5) \qquad a = \bar{y} - b\bar{x}.$$

Aus dem Vergleich mit Gleichung (9.9) folgt aus Gleichung (10.5) sofort, daß die Methode der kleinsten Quadrate in jedem Fall die Bedingung der Neutralität erfüllt. Die Gleichungen (9.1) bis (9.6) sind also ohne Ausnahme in der Methode der kleinsten Quadrate anwendbar. Damit ist ψ in der Methode der kleinsten Quadrate stets gleich Eins. Dieses Ergebnis macht verständlich, warum die Bedingung der Neutralität im Rahmen der Abhandlungen zur Methode der kleinsten Quadrate in der Literatur nicht explizit behandelt wird.

Wird nun die erste Ableitung nach b ermittelt (partielle Ableitung) und gleich Null gesetzt,

$$(10.6) \qquad \frac{\partial}{\partial b}\Sigma u_i^2 = -2\Sigma x_i y_i + 2a\Sigma x_i + 2b\Sigma x_i^2 = 0,$$

so folgt auch hier aus der zweiten Ableitung,

$$(10.7) \qquad \frac{\partial^2}{\partial b^2}\Sigma u_i^2 = 2\Sigma x_i^2 > 0,$$

daß der Extremwert der Funktion Σu_i^2 ein Minimum ist, da eine Quadratsumme offenbar nicht negativ sein kann. Wird in Gleichung (10.6) die Gleichung (10.5) eingesetzt, so folgt für b die Lösungsgleichung

$$(10.8) \qquad b = \frac{\Sigma x_i y_i - \frac{1}{n}\Sigma x_i \Sigma y_i}{\Sigma x_i^2 - \frac{1}{n}(\Sigma x_i)^2} .$$

Die aus den Gleichungen (10.3) und (10.6) entwickelten Gleichungen

$$(10.9) \qquad \Sigma y_i = na + b\Sigma x_i$$

$$(10.10) \qquad \Sigma x_i y_i = a\Sigma x_i + b\Sigma x_i^2$$

werden üblicherweise als Grund- oder Normalgleichungen der Regressionsgeraden bezeichnet.

Da die Funktion Σu_i^2 einen einzigen Extremwert, und zwar ein Minimum, besitzt, führt die Methode der kleinsten Quadrate zu einer eindeutigen Lösung; vgl. Punkt L in Figur 9.2, die eine Projektion bestimmter "Fehlerniveaulinien" aus dem dreidimensionalen "Fehlergebilde" aus Figur 9.1 auf die zweidimensionale a,b-Ebene wiedergibt. Die Lösung nach der Methode der kleinsten Quadrate erfüllt also, wie sich mit Hilfe von Figur 9.2 leicht erkennen läßt, sowohl die Bedingung des möglichst Naheliegens als auch die der Neutralität. Jede andere Parameterkombination, die nicht dem Punkt L entspricht, muß also zu einer größeren Summe der Fehlerquadrate führen. Aus Figur 9.2 geht hervor, daß um den eindeutigen Lösungspunkt L konzentrische Ellipsen angeordnet sind. Alle Parameterkombinationen auf einer solchen Ellipse führen zu der gleichen Summe der Fehlerquadrate. Dennoch sind die Punkte auf einer Ellipse nicht gleichwertig. In Figur 9.2 entsprechen, auf beiden wiedergegebenen Ellipsen, nur die Punkte A, B, C und D, bzw. die entsprechenden Parameterkombinationen, der Neutralitätsbe-

dingung. D.h. bei allen anderen auf den Ellipsen ablesbaren Parameterkombinationen ist $\psi \neq 1$ und damit die Neutralitätsbedingung also nicht erfüllt. Die Punkte bzw. Parameterkombinationen B und C sowie A und D sind jedoch hinsichtlich der Summe der Fehlerquadrate und der Erfüllung der Neutralitätsbedingung gleichberechtigt, d.h. für eine Summe der Fehlerquadrate, die von der Minimumsumme abweicht, gibt es keine eindeutige Lösung bzw. Parameterkombination.

Unter bestimmten Bedingungen liegen die Ellipsen nicht in einem Winkel im Koordinatensystem, wie in Figur 9.2, sondern stehen, wenn die Bedingungen $\bar{x} = 0$ und $\Sigma x_i^2 > n$ erfüllt sind, senkrecht oder gehen, unter den Bedingungen $\bar{x} = 0$ und $\Sigma x_i^2 = n$, sogar in einen Kreis über.

Die Ellipsen der Figuren 9.1 und 9.2 werden in der Literatur nur sehr selten behandelt und auch in diesen Ausnahmefällen stets wahrscheinlichkeitstheoretisch, nämlich als Linien gleicher Wahrscheinlichkeiten[1] (Vertrauenskonturen) behandelt. Aus den eben vorgenommenen Überlegungen folgt aber, daß diese Ellipsen zunächst nichts anderes sind als Linien gleicher Summen von Fehlerquadraten (Iso-Fehlerquadratsummen); sie entstehen also nicht erst durch die Einführung von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen in die Methode der kleinsten Quadrate, sondern bestehen völlig unabhängig von diesen. Die wahrscheinlichkeitstheoretische Interpretation dieser Ellipsen ist also lediglich eine Interpretationsmöglichkeit unter anderen.

2. Die Abweichungsmethode

Die bisherigen Betrachtungen gingen von den Beobachtungswerten aus. Eine in mancher Hinsicht wesentliche Möglichkeit der Behandlung der Methode der kleinsten Quadrate besteht jedoch darin, daß statt von den ursprünglichen Beobachtungswerten der Phänomene x und y auch von den Differenzen zwischen den Beobachtungen

[1] Draper, Smith, a.a.O., S. 65.

und ihren Mittelwerten ausgegangen werden kann. Das ergibt sich aus den folgenden Überlegungen[1].

Zunächst wird Gleichung (10.5) nach $\bar{y}$ umgeformt

$$(10.11) \quad \bar{y} = a + b\bar{x};$$

d.h., daß genau dann, wenn x_i gleich seinem Mittelwert ist, y_i ebenfalls genau seinem Mittelwert entspricht. Die Repräsentationsgerade verläuft also stets durch einen Punkt des Koordinatensystems, der den Mittelwerten beider Variablen entspricht.

Nun wird Gleichung (10.11) von Gleichung (8.2) subtrahiert und die Differenz, unter Benutzung von Gleichung (9.6), in der Form

$$(10.12) \quad \hat{y}_i - \hat{\bar{y}}_i = b(x_i - \bar{x})$$

niedergeschrieben. Aus dieser Gleichung ist der Ordinatenabschnitt a offenbar verschwunden, und zwar deshalb, weil durch die eben vorgenommene Operation der Koordinatenursprung in den Punkt $(\bar{x},\bar{y})$ der x,y-Ebene verlegt worden ist. Weiter wird jetzt in Gleichung (8.5) auf der rechten Seite einmal $\bar{y}$ subtrahiert und einmal $\hat{\bar{y}}$ addiert, was wegen Gleichung (9.6) lediglich eine Erweiterung von Gleichung (8.5) darstellt, und dann werden die Variablen sowie ihre Mittelwerte zu einem Ausdruck zusammengefaßt, also

$$(10.13) \quad u_i = (y_i - \bar{y}) - (\hat{y}_i - \hat{\bar{y}}).$$

Daraus folgt, wegen Gleichung (10.12),

$$(10.14) \quad u_i = (y_i - \bar{y}) - b(x_i - \bar{x}).$$

Wird nun über alle i summiert, so kann geschrieben werden

$$(10.15) \quad \Sigma u_i^2 = \Sigma\{(y_i - \bar{y}) - b(x_i - \bar{x})\}^2 \rightarrow \min!,$$

und daraus folgt, nach den entsprechenden partiellen Ableitungen,

---

[1] Johnston, a.a.O., S. 11 f. A.S. Goldberger, Econometric Theory. (A Wiley Publication in Applied Statistics.) New York, London, Sydney 1964. S. 182.

$$(10.16) \quad \frac{\partial}{\partial b}\Sigma u_i^2 = -2\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y}) + 2b\Sigma(x_i - \bar{x})^2 = 0,$$

$$(10.17) \quad \frac{\partial^2}{\partial b^2}\Sigma u_i^2 = 2\Sigma(x_i - \bar{x})^2 > 0,$$

wie oben, daß die Funktion Σu_i^2 ein Minimum besitzt. Aus Gleichung (10.16) folgt für den Parameter b

$$(10.18) \quad b = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\Sigma(x_i - \bar{x})^2}.$$

Der Beweis, daß die nach Gleichung (10.8) bzw. nach (10.18) für b berechneten Werte notwendigerweise identisch sind, kann folgendermaßen geführt werden[1]. Zunächst werden in Gleichung (10.18) die Klammern, die die Differenzen zwischen den Variablen und ihren Mittelwerten enthalten, ausmultipliziert

$$(10.19) \quad b = \frac{\Sigma x_i y_i - \bar{y}\Sigma x_i - \bar{x}\Sigma y_i + \bar{x}\bar{y}}{\Sigma x_i^2 - 2\bar{x}\Sigma x_i + n\bar{x}^2}.$$

Wird nun beachtet, daß folgende, leicht nachprüfbare Identitäten gelten,

$$(10.20) \quad \bar{y}\Sigma x_i = \bar{x}\Sigma y_i = n\bar{x}\bar{y}$$

$$(10.21) \quad \bar{x}\Sigma x_i = n\bar{x}^2,$$

wobei der Fall (10.21) offenbar nur ein Spezialfall von (10.20) ist, nämlich der, in dem nur eine Variable auftritt, so vereinfacht sich Gleichung (10.19) zu einem Ausdruck, der auch in der Schreibweise genau mit dem der Lösungsgleichung (10.8) übereinstimmt.

Da der Parameter b sowohl direkt aus den beobachteten Werten der Phänomene als auch aus den Differenzen zwischen diesen und ihren Mittelwerten berechnet werden kann und darüber hinaus sich beide Berechnungsarten

[1] Allgemeine Statistik. Lehrbuch. Autorenkollektiv. Verf. A. Donda u.a. Hrsg.: A. Donda, E. Herrde, O. Kuhn, R. Struck. 2. Aufl. Berlin 1965. S. 367.

durch besondere, wichtige Eigenschaften unterscheiden, ist es zweckmäßig, beide Berechnungsmethoden von b und damit der Repräsentation $\hat{y}_i$, terminologisch zu unterscheiden. Im folgenden werden die beobachteten Variablen als Variable in *Ursprungsform* und die Differenzen zwischen ihnen und ihren Mittelwerten als Variable in *Abweichungsform* sowie die Berechnung mit Hilfe der Ursprungsformen als *Ursprungsmethode* und die mit Hilfe der Abweichungsformen als *Abweichungsmethode* bezeichnet.

Der Repräsentationswert von y_i, also $\hat{y}_i$, kann nun nach der Methode der kleinsten Quadrate, unter Verwendung der Gleichungen (8.2), (10.5), (10.8) und (10.18) nach der Ursprungs- bzw. Abweichungsmethode berechnet werden, also

$$(10.22) \qquad \hat{y}_i = \bar{y} + \frac{\Sigma x_i y_i - \frac{1}{n}\Sigma x_i \Sigma y_i}{\Sigma x_i^2 - \frac{1}{n}(\Sigma x_i)^2}(x_i - \bar{x})$$

$$(10.23) \qquad \hat{y}_i = \bar{y} + \frac{\Sigma (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\Sigma (x_i - \bar{x})^2}(x_i - \bar{x}),$$

damit ist offensichtlich, daß der Repräsentationswert allein mit Hilfe der Beobachtungswerte berechnet werden kann.

3. Die Nullbedingungen

Zum Abschluß der Betrachtungen über die Methode der kleinsten Quadrate für den Fall der linearen Einfachregression seien noch folgende interessante und in mancher Hinsicht nützliche Eigenschaften dieser Methode betrachtet.

Unter Beachtung der Gleichungen (8.5), (10.5) und (10.8) läßt sich nachweisen, daß bei der Methode der kleinsten Quadrate stets die Gleichung

$$(10.24) \qquad \Sigma x_i u_i = 0$$

erfüllt ist. Ebenso gilt für die Abweichungsform, unter Verwendung der Gleichungen (10.14) und (10.18),

$$(10.25) \quad \Sigma(x_i - \bar{x})u_i = 0,$$

wobei zu beachten ist, daß wegen (9.3) stets die Gleichung

$$(10.26) \quad (u_i - \bar{u}) = u_i$$

erfüllt ist. Weiter gilt stets

$$(10.27) \quad \Sigma\vartheta_i u_i = 0,$$

was mit Hilfe der Gleichungen (8.2), (9.2) und (10.24) leicht überprüft werden kann. Unter Verwendung der Gleichungen (10.12), (10.13) und (10.18) läßt sich zeigen, daß

$$(10.28) \quad \Sigma(\vartheta_i - \hat{\bar{y}})u_i = 0$$

stets erfüllt ist.

§ 11. Die Methode der kleinsten Potenzen

1. Die Wahl beliebiger Fehlerpotenzen

Bereits Gauss hat in seinen Schriften wiederholt hervorgehoben, daß die Methode, die Fehler zu quadrieren, im Grunde *willkürlich* ist, da der Aufgabe, eine stets positive Fehlerfunktion zu konstruieren und die Summe der stets positiven Fehler zu minimieren, etwas unvermeidbar *Unbestimmtes* anhaftet[1]. Das leuchtet

[1] C.F. Gauss, Theorie der den kleinsten Fehlern unterworfenen Combination der Beobachtungen. Erster Theil: 1821. Zweiter Theil: 1823. In: Derselbe, Abhandlungen, S. 5. "Wenn nun jemand einwenden würde, diese Festsetzung sei ohne zwingende Nothwendigkeit willkürlich getroffen, so stimmen wir gern zu. Enthält doch diese Frage der Natur der Sache nach etwas Unbestimmtes, welches nur durch ein in gewisser Hinsicht willkürliches Princip bestimmt begrenzt werden kann." Ebenda, S. 19. Ebenda, S. 20. Derselbe, Theoria Combinationis, a.a.O., S. 192. "Allein welche Funktion der Grösse des Fehlers wir für dessen Moment wählen wollen, bleibt wieder unserer *Willkür* überlassen, wenn nur der Werth derselben immer positiv ist, und für grössere Fehler grösser als für kleinere." "Denn sonst könnte auch jede andere Potenz mit geraden Exponenten gebraucht werden, und je grösser dieser Exponent gewählt würde, desto näher würde man dem Princip kommen, wo bloß die äußersten Fehler zum Massstabe der Genauigkeit dienen." Derselbe, Aus der Theorie der Bewegung, a.a.O., S. 113.

unmittelbar ein, denn der Effekt, die Fehler "addierbar" zu machen, hätte auch mit jeder anderen geraden Potenz der Fehler erreicht werden können, etwa mit u_i^4, u_i^6, u_i^8 usw. Auch Laplace betrachtet, neben dem Quadrat, die Möglichkeit anderer Potenzen[1].

Wird aber die Möglichkeit anderer Fehlerpotenzen betrachtet, so folgt, daß die Repräsentationswerte nicht nur eine Funktion der x_i sind, wie in Gleichung (8.1) dargestellt, sondern daß sie auch von der Wahl der Fehlerpotenzen abhängen. Daraus folgt, wenn die Exponenten der Fehler mit θ bezeichnet werden

$$(11.1) \qquad \hat{y}_i = f(x_i, \theta).$$

Auch dem Prinzip des möglichst Naheliegens, das nun allerdings als umfassender angesehen wird als bei Henke, haftet im Grunde diese Unbestimmtheit an, wenn nicht *zusätzliche* Kriterien, z.B. wahrscheinlichkeitstheoretischer Art, hinzugenommen werden, die zugunsten der Methode der kleinsten Quadrate sprechen. Solche Gründe können jedoch auch außerhalb der Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen gewonnen werden.

Angesichts dieser Überlegungen ist es jedenfalls *nicht* sinnvoll, die Methode der kleinsten Quadrate als einzige vorhandene Methode zu betrachten, die ohne besondere Prüfung auf jedes Repräsentationsproblem anzuwenden ist, sondern es ist stets im einzelnen zu prüfen, ob das, was diese Methode bewirkt, hinsichtlich der Realstruktur des Problems sowie des praktischen Zwecks der Berechnung, wirklich problemadäquat ist.

Zunächst läßt sich leicht erkennen, daß bei der Methode der kleinsten Quadrate ein Fehler ein um so größeres Gewicht besitzt, je größer er, absolut gesehen, ist, da er ja mit seinem Quadrat in die Summe der "addierbaren" bzw. positiven Fehler eingeht. Diese Eigenschaft der Methode der kleinsten Quadrate ist für

[1] Laplace, a.a.O., S. 348. "Si, au lieu de considérer le minimum des carrés des erreurs, on considérait le minimum d'autres puissances des erreurs, ou même de toute autre fonction des erreurs ..."

viele Probleme durchaus adäquat, denn in vielen Fällen können kleinere Fehler leichter hingenommen werden als größere[1], und für die Darstellung von Kausalzusammenhängen wird es in aller Regel sinnvoll sein, den besonders starken Gesamtwirkungen des Hintergrundes und der Substruktur mehr Beachtung zu schenken, d.h. sie stärker zu reduzieren als die kleineren.

Aber allein aus der Zweckmäßigkeit, größere Fehler stärker zu beachten, folgt noch keineswegs, daß die Methode der kleinsten Quadrate anzuwenden ist, und zwar einfach deswegen, weil die Verwendung der vierten, sechsten oder höheren Potenz diesen Effekt in noch höherem Maße erzielen würde als die Verwendung der Fehlerquadrate.

Als *allgemeine* Methode zur Realisierung des Prinzips des möglichst Naheliegens kann daher nicht die der kleinsten Quadrate angesehen werden, sondern nur eine solche, die alle Potenzen zuläßt. Diese Methode wird im folgenden als *Methode der kleinsten Potenzen* bezeichnet.

Die Verwendung anderer Fehlerpotenzen ist jedoch mit einigen erheblichen *Nachteilen* verbunden. Die Lösungsverfahren der Methode der kleinsten Quadrate sind einfacher als bei jeder anderen Potenz, was Gauss[2] mehrfach betont.

Nach Gauss ist den anderen Fehlerpotenzen in der Diskussion scheinbar keine weitere Aufmerksamkeit mehr

---

[1] Gauss, Theorie, a.a.O., S. 5 f. Derselbe, Theoria Combinationis, a.a.O., S. 192. "... indem man sich gewiss lieber den einfachen Fehler zweimal, als den doppelten einmal gefallen lässt."

[2] Derselbe, Theoria Combinationis, a.a.O., S. 192. "Der Verf. hat die einfachste Funktion dieser Art gewählt, nämlich das Quadrat; diese Wahl ist aber noch mit manchen anderen höchst wesentlichen Vortheilen verknüpft, die bei keiner anderen stattfinden." Ebenda, S. 194. "Die Methode der kleinsten Quadrate ... empfiehlt sich .. durch die Einfachheit der damit verknüpften Operationen." Derselbe, Aus der Theorie der Bewegung, a.a.O., S. 113. "Von allen diesen Principien ist aber das unsrige das einfachste, während wir bei den übrigen zu den verwickeltsten Rechnungen geführt werden."

geschenkt worden.

Immerhin bietet sich jedoch, auch in Abwesenheit einer ähnlich ausgebauten Methode, wie sie für die Summe der Fehlerquadrate gegeben ist, für die anderen Fehlerpotenzen eine bei der linearen Einfachregression noch verhältnismäßig einfache, wenn auch etwas primitive Möglichkeit, das Minimum der Summe der Fehlerpotenzen zu ermitteln. Und zwar wird dabei das Prinzip der Neutralität ausgenutzt, das offenbar erfüllt sein muß, gleichgültig, welche Fehlerpotenz verwendet wird.

Das praktische Verfahren ist folgendermaßen: Es werden beliebige Werte für b vorgegeben. Auf Grund des Prinzips der Neutralität brauchen nun nicht alle möglichen Werte für a durchprobiert zu werden, sondern durch Gleichung (9.9) wird a eindeutig bestimmt. Mit Hilfe des vorgegebenen Wertes für b und des nach (9.9) bestimmten Wertes für a wird nun nach Gleichung (8.2) für jedes beobachtete x_i das entsprechende $\hat{y}_i$ berechnet und nach Gleichung (8.5) anschließend u_i bestimmt. Nun werden alle u_i in die entsprechende Potenz erhoben und summiert. Dann wird ein weiteres, z.B. größeres b vorgegeben und die ganze Prozedur wiederholt. Ist die neue Summe der Fehlerpotenzen größer, so wird ein kleineres b vorgegeben. Ist die Summe wiederum größer, so ist das Verfahren beendet und das Minimum der Funktion bestimmt. Ist dagegen die berechnete Summe kleiner als in der vorausgegangenen Berechnung, so wird ein neues b vorgegeben, solange, bis das Minimum ermittelt worden ist. Es ist in aller Regel zweckmäßig, als ersten Wert für b den Lösungswert nach der Methode der kleinsten Quadrate zu verwenden, da die Parameter für Minima verschiedener Fehlerpotenzsummen meist nicht sehr weit auseinander liegen. Daraus darf jedoch nicht geschlossen werden, daß die Verwendung anderer Potenzen nur zu unwesentlich anderen $\hat{y}_i$ führt. Das muß im Zweifel stets untersucht werden.

Wenn eine Fehlerpotenz verwendet wird, bei der sich ein Minimum für die Summe der Fehlerpotenzen nachweisen

läßt, das dem Prinzip der Neutralität nicht genügt, so ist dennoch dem Prinzip der Neutralität der Vorzug zu geben, denn die Verwendung eines gegen dieses Prinzip verstoßenden Parameterpaares würde möglicherweise zu einer erheblichen Fehlrepräsentation führen.

Ganzzahlige gerade Potenzen sowie reelle Potenzen $\theta > 1$ führen ebenso wie die Fehlerquadrate zu eindeutigen Ergebnissen. Werden jedoch Fehlerpotenzen $\theta < 1$ verwendet bzw. negative Fehlerpotenzen (in Fällen, in denen die kleineren Fehler stärker berücksichtigt werden sollen als die großen), wobei alle Fehlerpotenzen positiv bewertet werden, so treten mehrere lokale Minima bzw. Unendlichkeitsstellen auf.

2. Die Methode der kleinsten absoluten Fehler

Von Laplace wurden, neben den bisher betrachteten Möglichkeiten, auch, statt irgendwelcher Potenzen, die absoluten Werte der Fehler verwendet und deren Summe minimiert. Gauss hat dieses Verfahren mehrfach kommentiert[1]. Gegen Ende des vorigen Jahrhunderts (1887) griff F. Y. Edgeworth[2] dieses Verfahren, unter ausdrück-

[1] Gauss, Theorie, a.a.O., S. 6. Derselbe, Aus der Theorie der Bewegung, a.a.O., S. 113. "Laplace bedient sich ... eines anderen Prinzips ..., dass nämlich die Differenzen selbst, aber alle positiv genommen, eine möglichst kleine Summe erzeugen sollen." Laplace, a.a.O., S. 339. "... chaque erreur, abstraction faite du signe ..."

[2] F.Y. Edgeworth, On the Use of Medians for Reducing Observations Relating to Several Quantities. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science", London, Vol. XLVI, 6th Series (1923). S. 1074 ff. Derselbe, A New Method of Reducing Observations Relating to Several Quantities. Ebenda, Vol. 24, 5th Series (1887). S. 222 f. Derselbe, On a New Method of Reducing Observations Relating to Several Quantities. Ebenda, Vol. 25, 5th Series (1888). S. 184 ff. Vgl. dazu auch: Derselbe, The Choice of Means. Ebenda, Vol. 24, 5th Series (1887). S. 268 ff. Derselbe, On Discordant Observations. Ebenda, Vol. 23, 5th Series (1887). S. 364 ff. Derselbe, The Empirical Proof of the Law of Error. Ebenda, Vol. 24, 5th Series (1887). S. 330 ff. A.L. Bowley, F.Y. Edgeworth's Contributions to Mathematical Statistics. London 1928. S. 98 ff.

licher Berufung auf Laplace, wieder auf. An seine Arbeiten schlossen sich im Verlauf längerer Zeit weitere Untersuchungen an, insbesondere die von Turner[1] (1887), Rhodes[2] (1930), Singleton[3] (1940) und Karst[4] (1958). Trotz der Arbeiten dieser, und daneben noch einer Reihe weiterer Autoren, ist die Methode der kleinsten absoluten Fehler bis heute nicht in die Standardliteratur eingegangen und allem Anschein nach auch praktisch bedeutungslos geblieben.

Karst hat, für den Fall von zwei Variablen, eine verhältnismäßig einfache Darstellung gegeben, die sich folgendermaßen skizzieren läßt:

a. Die Variablen x und y werden in Abweichungsform verwendet. Da die absoluten Werte der Fehler betrachtet werden sollen, wird Gleichung (10.14) nun in folgender Form übernommen,

$$(11.2) \qquad |u_i| = |(y_i - \bar{y}) - b(x_i - \bar{x})|.$$

Wird nun dieser einzelne Fehler $|u_i|$ als Funktion aufgefaßt, so sind in diesem Falle die Abweichungsformen der eigentlichen Variablen, nämlich $(y_i - \bar{y})$ sowie $(x_i - \bar{x})$, konstante Werte, während b und $|u_i|$ Variable darstellen, also

$$(11.3) \qquad |u_i| = f(b).$$

In der Funktion (11.2) ist offensichtlich der absolute Wert der Abweichungsform von x, also $|x_i - \bar{x}|$, die Steigung der Funktion $|u_i|$, die, wie sich aus (11.2) leicht ablesen läßt, ihr Minimum bei

---

[1] H.H. Turner, On Mr. Edgeworth's Method of Reducing Observations Relating to Several Quantities. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine, and Journal of Science", Vol. XXIV, 5th Series (1887). S. 466 ff.

[2] E.C. Rhodes, Reducing Observations by the Method of Minimum Deviations. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science", London, Vol. IX, 7th Series, (1930). S. 974 ff.

[3] R.R. Singleton, A Method for Minimizing the Sum of Absolute Values of Deviations. "The Annals of Mathematical Statistics", Baltimore, Md., Vol. XI (1940). S. 301 ff.

[4] O.J. Karst, Linear Curve Fitting Using Least Deviations. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 53 (1958). S. 118 ff.

$$(11.4) \qquad b = \frac{(y_i - \bar{y})}{(x_i - \bar{x})}$$

erreicht, wo $|u_i|$ offensichtlich gleich Null ist, was unmittelbar zu erkennen ist, wenn Gleichung (11.4) in Gleichung (11.2) eingesetzt wird, denn, da $|u_i|$ ein absoluter Wert ist, kann $|u_i|$ offensichtlich keinen kleineren Wert als Null annehmen. Das Bild der Funktion $|u_i|$ setzt sich aus zwei Geraden zusammen, die beide die gleiche Steigung aufweisen, nämlich $|x_i - \bar{x}|$. Dabei ist die Steigung links vom Minimum von $|u_i|$ negativ und rechts davon positiv. Die Funktion $|u_i|$ wird im folgenden als Partialfunktion bezeichnet.

b. Für jedes der n Wertepaare (x_i,y_i) wird nun die Partialfunktion ermittelt. Die Summe dieser Teilfunktionen ist auch eine Funktion von b,

$$(11.5) \qquad \Sigma|u_i| = f(b).$$

Die Aufgabe der Methode der kleinsten absoluten Fehler ist es nun, diese Funktion zu minimieren,

$$(11.6) \qquad \Sigma|u_i| \rightarrow \text{min!},$$

oder wegen Gleichung (11.2),

$$(11.7) \qquad \Sigma|u_i| = \Sigma|(y_i - \bar{y}) - b(x_i - \bar{x})| \rightarrow \text{min!}$$

Die Funktion $\Sigma|u_i|$ ist ein von oben konvexes, offenes Polygon mit genau n Ecken und n - 1 Verbindungsstrecken zwischen diesen Ecken. Es ist leicht zu erkennen, daß die Ecken genau über den Abszissenwerten liegen, durch die eine Partialfunktion minimiert wird. Durch ihre Eintragung auf der Abszisse sind die partiellen b-Werte, wenn sie von links nach rechts gelesen werden, ihrer Größe nach geordnet, beginnend mit dem kleinsten, und zwar unter Beachtung ihrer Vorzeichen. Die Reihenfolge nach der Größe der partiellen b-Werte weicht in aller Regel von der Reihenfolge der Wertepaare ab. Das kleinste b, das in der Rangordnung nach der Größe den ersten Platz einnimmt, braucht also durchaus nicht das des ersten Wertepaares zu sein. Zur Unterscheidung der Rei-

henfolge der Wertepaare, $i = 1,2,\ldots,n$, wird nun die Rangfolge nach der Größe, beginnend mit dem kleinsten b, mit $r = 1,2,\ldots,n$ bezeichnet. Links von b_1 sind alle Partialsteigungen negativ und rechts von b_n alle positiv, so daß die Steigung der Gesamtfunktion $\Sigma|u_i|$ links von b_1 gleich $-\Sigma|x_i - \bar{x}|$ ist und rechts von b_n gleich $\Sigma|x_i - \bar{x}|$. Aus dieser Betrachtung folgt unmittelbar, daß die Steigung der Funktion $\Sigma|u_i|$ notwendigerweise irgendwo zwischen b_1 und b_n ihr Vorzeichen gewechselt haben muß, also von links gesehen, von einer negativen zu einer positiven gewechselt hat. Der Abszissenwert, über dem dieser Vorzeichenwechsel eintritt, liefert das Minimum der Funktion $\Sigma|u_i|$ und damit die Lösung nach der Methode der kleinsten absoluten Fehler. Dieser Abszissenwert muß notwendigerweise genau gleich irgendeinem der b_r-Werte sein, da die Funktion $\Sigma|u_i|$ nur bei einer Ecke ihr Vorzeichen wechseln kann und die Ecken stets über einem b_r liegen müssen. Um nun zu ermitteln, ob es ein *systematisches* Verfahren zur Auffindung dieses die Lösung darstellenden b gibt, wird irgendein beliebiges b_r herausgegriffen, $1 \leq r \leq n$. Links von diesem b_r ist die zugehörige Partialsteigung negativ, $-|x_r - \bar{x}|$, und rechts davon positiv, $|x_r - \bar{x}|$. Daraus folgt, daß die Steigung der Funktion $\Sigma|u_i|$ rechts von b_r genau um $2|x_r - \bar{x}|$ flacher ist als links von b_r, vorausgesetzt, b_r liegt links vom Minimum der Funktion $\Sigma|u_i|$. Aus dieser Feststellung folgt nun unmittelbar die Lösungsmethode. Wird zur Steigung $-\Sigma|x_i - \bar{x}|$ das Doppelte der b_1 zugehörigen Partialsteigung, also $2|x_1 - \bar{x}|$ addiert, so wird von der Steigung $-\Sigma|x_i - \bar{x}|$ auf die Steigung der ersten Verbindungsstrecke, also der zwischen b_1 und b_2, übergegangen. Durch Addition von $2|x_2 - \bar{x}|$ erfolgt der Übergang auf die Verbindungsstrecke zwischen b_2 und b_3 usw. Bei irgendeiner dieser Additionen muß notwendigerweise die Steigung von $\Sigma|u_i|$ positiv werden. Angenommen, das sei genau bei der Addition von $2|x_s - \bar{x}|$, $1 \leq s \leq n$ eingetreten. Dann stellt offenbar b_s den gesuchten Parameter dar, der die Funktion $\Sigma|u_i|$ minimiert.

c. Die Lösungsmethode kann nun folgendermaßen schematisiert werden:

α. Die Abweichungsformen von x und y werden ermittelt.

β. Für jedes Wertepaar werden nach Gleichung (11.4) die partiellen b-Werte ermittelt.

γ. Diese b-Werte werden, unter Beachtung ihrer Vorzeichen, geordnet, wobei mit dem kleinsten begonnen wird, das den Rang 1 erhält.

δ. $\Sigma|x_i - \bar{x}|$ wird ermittelt.

ε. Zu $-\Sigma|x_i - \bar{x}|$ wird nun $2|x_1 - \bar{x}|$ addiert, wobei sich der Index 1 auf die Partialsteigung bezieht, die dem b mit dem Rang 1 zugehörig ist. Ist das Vorzeichen von $\Sigma|x_i - \bar{x}|$ noch negativ, so wird die Addition mit $2|x_2 - \bar{x}|$ wiederholt usw., bis das Vorzeichen von $-\Sigma|x_i - \bar{x}|$ umschlägt, also positiv wird. Tritt dies etwa bei $2|x_s - \bar{x}|$ ein, dann ist b_s der gesuchte Parameter.

ζ. Der Parameter a wird nun durch Einsetzen von b_s in Gleichung (9.9) ermittelt. Damit ist die Neutralität der Lösung gesichert[1].

η. Die Lösung lautet nun

$$\hat{y}_i = a + b_s x_i, \tag{11.8}$$

und daraus folgt wegen (9.9) und (11.4)

$$y_i = \bar{y} + \frac{(y_s - \bar{y})}{(x_s - \bar{x})}(x_i - \bar{x}). \tag{11.9}$$

d. Bei der Methode der kleinsten absoluten Fehler ist nun ein wesentlicher Sonderfall zu beachten: angenommen, einer der Streckenzüge des Polynoms verlaufe genau parallel zur Abszisse. Das sei etwa zwischen b_m und b_n der Fall. Daraus folgt sofort, daß *jedes* $b_m \leq b \leq b_n$ genau den gleichen Wert für $\Sigma|u_i|$ liefern muß. Die Methode der kleinsten absoluten Fehler führt

[1] Die in der Literatur verwendeten Lösungsverfahren verstoßen teilweise gegen das Prinzip der Neutralität. H.B. Jones and J.C. Thompson, Squared Versus Unsquared Deviations for Lines of Best Fit. "Agricultural Economics Research", Washington, D.C., Vol. 20 (1968), S. 66, Table 1, Spalte 11 u. Figure 1. Vgl. auch Karst, a.a.O., S. 126 ff.

also *nicht* mit Notwendigkeit zu *eindeutigen* Ergebnissen, sondern läßt in einem solchen Fall die Wahl zwischen *beliebig* vielen Werten von b, damit also auch die Wahl zwischen beliebig vielen Lösungsgeraden (Repräsentationen) zu. Diese *Schar* von Lösungsgeraden wird durch die Geraden $\hat{y}_i = a_m + b_m x_i$ sowie $\hat{y}_i = a_n + b_n x_i$ begrenzt. Bei der numerischen Lösung des vorigen Abschnitts ist das Vorliegen dieses Falles daran erkennbar, daß das Vorzeichen der Steigung von $\Sigma|u_i|$ nicht beim s-ten Schritt umschlägt, sondern daß die Steigung von $\Sigma|u_i|$ gleich Null wird. b_s sowie b_{s+1} sind dann die begrenzenden Werte des Lösungsparameters und alle zwischen ihnen liegenden Werte sind ebenfalls zulässig.

Bei einem Vergleich der Methode der kleinsten absoluten Fehler mit der Methode der kleinsten Quadrate sind insbesondere folgende Gesichtspunkte von Bedeutung:

a. Da bei der Methode der kleinsten absoluten Fehler keine Differentiation angewendet werden kann, ist die allgemeine Beweismethode, verglichen mit der der Methode der kleinsten Quadrate, ziemlich *umständlich*.

b. Bei der Methode der kleinsten absoluten Fehler kann der Parameter b nur durch einen *systematischen Suchprozess* gefunden werden. Direkte Lösungsgleichungen, wie sie bei der Methode der kleinsten Quadrate durch die Gleichungen (10.8) und (10.18) gegeben sind, fehlen.

c. Weit bedeutender als diese beiden Gesichtspunkte ist jedoch, daß bei der Methode der kleinsten absoluten Fehler, wieder im Gegensatz zur Methode der kleinsten Quadrate, *nicht* in jedem Fall ein *eindeutiges* Ergebnis gegeben ist.

d. Während die Methode der kleinsten Quadrate stets das absolute Minimum der Funktion Σu_i^2 liefert, wenn die Gleichungen (10.5), (10.8) bzw. (10.18) verwendet werden, führt die Verwendung von b_s sowie der Gleichung (9.9) durchaus *nicht* mit Notwendigkeit zum *absoluten* Minimum der Funktion $\Sigma|u_i|$. D.h., bei der Methode der kleinsten Quadrate sind die Bedingungen der Neutralität und die des möglichst Naheliegens stets

miteinander vereinbar, bei der Methode der kleinsten absoluten Fehler dagegen nicht. Das absolute Minimum des Polyeders der absoluten Fehler liegt nicht notwendigerweise auf der Geraden der Neutralitätsbedingung. In diesem Falle ist es m.E. notwendig, vom absoluten Minimum abzugehen und den kleinsten Wert von $\Sigma|u_i|$ auf der Neutralitätsgeraden zu wählen, der sich unmittelbar aus der Verwendung von b_s und Gleichung (9.9) ergibt.

Wird das alles zusammengenommen, so weist die Methode der kleinsten absoluten Fehler eine Anzahl erheblicher Nachteile gegenüber der Methode der kleinsten Quadrate auf. Ihre Verwendung ist also nur dann sinnvoll, wenn die Minimierung der Fehlerquadrate, oder sonstiger Fehlerpotenzen, nicht problemadäquat ist. Ist dies allerdings der Fall, so müssen alle diese Nachteile in Kauf genommen werden. Das gleiche gilt hinsichtlich der Nachteile der Methode der kleinsten Potenzen. Auf Grund dieser Überlegungen kann die Methode der kleinsten Quadrate *nicht* als die in jeder Hinsicht notwendigerweise beste und in diesem Sinne alleinige Methode der numerischen Repräsentation bezeichnet werden[1]. Wird auch die Methode der kleinsten absoluten Fehler dem Begriff der Methode der kleinsten Potenzen untergeordnet, so kann gesagt werden, die Methode der kleinsten Potenzen sei die *allgemeine Lösungsmethode*,

$$(11.10) \qquad \Sigma u_i^{\theta} \rightarrow \min! \qquad \theta \varepsilon R,$$

wobei θ also eine beliebige reelle Zahl ist. Die Methode der kleinsten Quadrate ist m.E. jedoch die bei weitem bedeutendste Untermethode dieser allgemeinen Lösungsmethode.

Im folgenden wird die Methode der kleinsten Potenzen mit dem Symbol F^{θ} bezeichnet, spezielle Lösungsmethoden also, etwa für $\Sigma u_i^{\,8}$, $\Sigma u_i^{\,1,2}$, $\Sigma u_i^{\,0,4}$, mit F^{8}, $F^{1,2}$, $F^{0,4}$,

[1] O. Anderson, Probleme der statistischen Methodenlehre in den Sozialwissenschaften. 4., durchges. Aufl. (Einzelschriften der Deutschen Statistischen Gesellschaft, Nr. 6.) Würzburg 1962. S. 169, weist auf die Möglichkeit der Verwendung verschiedener Fehlerpotenzen hin, jedoch ohne dabei auf Gauss und Laplace einzugehen.

die Methode der kleinsten Quadrate entsprechend F^2, während für die Methode der kleinsten absoluten Fehler das Symbol F verwendet werden wird.

§ 12. Die nichtlineare Einfachregression

1. Potenzfunktionen

Mit Hilfe der Geraden können nun, wenn eine geeignete Methode F^θ ausgewählt wird, solche Kausalzusammenhänge oder Entwicklungsvorgänge adäquat repräsentiert werden, bei denen die Änderungen der untersuchten Grössen einander proportional sind. In einer Vielzahl von Anwendungsbereichen werden solche Zusammenhänge ohne Zweifel von großer Bedeutung sein. Ein Überblick über die bisher vorhandenen Erfahrungen mit sozialökonomischen Evolutionsvorgängen und Kausalzusammenhängen legt jedoch den Schluß nahe, daß bei langfristiger Betrachtung solche Entwicklungen und Zusammenhänge von so wesentlicher Über- oder Unterproportionalität sind, daß eine proportionale Repräsentation nicht mehr adäquat wäre, sondern vielmehr eine Fehlrepräsentation bedeuten würde, und zwar um so mehr, je länger der Zeitraum ist, auf den sich diese Betrachtung bezieht. Daher ist nun zu untersuchen, wie solche nichtproportionalen bzw. *nichtlinearen* realen Vorgänge oder Zusammenhänge quantifiziert werden können[1].

Aus der Vielzahl nichtlinearer Funktionen, die in bestimmten Fällen adäquate Repräsentationen realer Zusammenhänge oder Vorgänge sein mögen, seien zunächst

[1] Ezekiel, a.a.O., S. 75 ff. Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 69 ff. Miller hebt in einer Besprechung dieser beiden Bücher zu Recht hervor, daß in ihnen die nichtlineare Regression ungewöhnlich ausführlich behandelt wird: R. Miller, (Buchbesprechung von) M. Ezekiel, K.A. Fox, a.a.O., "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961), S. 192. Vgl. aber auch: Johnston, a.a.O., S. 44 ff. P. Naslin, Dynamik linearer und nichtlinearer Systeme. Mathematische Methoden zu ihrer Behandlung. Aus dem Französischen übersetzt von O. Gentner. München, Wien 1968. S. 20 ff. F. Wendt, Verfahren der Vorausschätzung. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 46 (1966), S. 228.

die folgenden als Beispiele herausgegriffen,

$$(12.1) \quad \hat{y}_i = a + bx_i^{\tau}$$

$$(12.2) \quad \hat{y}_i = a + \frac{b}{x_i}$$

$$(12.3) \quad \hat{y}_i = \frac{1}{a + bx_i} .$$

Bei der *Potenzfunktion* (12.1) ist die Nichtlinearität für die Fälle $\tau \neq 1$ offensichtlich[1]. Dabei werden im folgenden für τ alle reellen Zahlen zugelassen, $\tau \in R$, also insbesondere auch negative und gebrochene Zahlen. Einige spezielle Funktionen dieses Typs wären dann z.B.

$$(12.4) \quad \hat{y}_i = a + bx_i^{4}$$

$$(12.5) \quad \hat{y}_i = a + bx_i^{-2}$$

$$(12.6) \quad \hat{y}_i = a + bx_i^{0,5},$$

wobei für gebrochene Werte von τ vereinbart wird, daß der Wert der Wurzel, in Gleichung (12.6) also $\sqrt{x_i}$, positiv gerechnet wird[2].

Aus der Betrachtung der Potenzfunktion folgt, daß die Werte der Repräsentation eines verursachten Phänomens nicht nur von den x_i und den Fehlerpotenzen abhängen, sondern auch von den Potenzen, die für die verursachenden Phänomene in bestimmten Zusammenhängen unterstellt werden, so daß nun geschrieben werden kann

$$(12.7) \quad \hat{y}_i = f(x_i, \theta, \tau).$$

Gleichung (12.2), die eine Hyperbel darstellt, also eine umgekehrte Proportionalität, zeigt, daß nichtlineare Funktionen auch im Falle $\tau = -1$ vorliegen. Ähnliches gilt auch für die Funktion (12.3).

Allen diesen Funktionen ist, für die Repräsentation von Zusammenhängen, die wesentliche Eigenschaft gemeinsam, daß sie *linearisierbar* sind, d.h., daß die für

[1] Dabei wird von dem Fall $\tau = 0$ abgesehen.

[2] Smirnow, a.a.O., S. 23.

die Gerade entwickelten Lösungsgleichungen der Methode der kleinsten Quadrate, nach kleinen Änderungen der Gleichungen (12.1) bis (12.3), unmittelbar verwendbar sind. Das wird sofort deutlich, wenn im Falle der Potenzfunktion

$$(12.8) \quad z_i = x_i^{\tau},$$

bei Hyperbeln

$$(12.9) \quad z_i = \frac{1}{x_i}$$

und im Falle der Gleichung (12.3)

$$(12.10) \quad \hat{z}_i = \frac{1}{\hat{y}_i}$$

geschrieben wird, denn dann folgt für die Gleichungen (12.1) und (12.2)

$$(12.11) \quad \hat{y}_i = a + bz_i$$

und für Gleichung (12.3)

$$(12.12) \quad \hat{z}_i = a + bx_i.$$

Werden diese z_i in die Gleichungen der Methode der kleinsten Quadrate eingesetzt, so sind diese offensichtlich geeignet, nichtlineare Zusammenhänge und Vorgänge zu quantifizieren. Die Lösungen des linearen Zusammenhangs weisen also eine Bedeutung auf, die weit über die Bedeutung der Geraden als adäquate Repräsentation realer Zusammenhänge hinausgeht, da diese Lösungen für den Fall der Geraden besonders bequem zu behandeln sind und zugleich eine wesentlich allgemeinere Bedeutung besitzen.

2. Exponentialfunktionen

Als ein weiteres Beispiel für mögliche, wichtige Arten von Repräsentationsfunktionen seien nun die *Exponentialfunktionen*

$$(12.13) \quad \hat{y}_i = ab^{x_i}$$

$$(12.14) \quad \vartheta_i = ae^{bx_i}$$

betrachtet. Eine Linearisierung von der Art, wie sie bei den bisher betrachteten Repräsentationen (12.1) bis (12.3) vorgenommen werden konnte, ist hier nicht möglich. Es ist jedoch ganz allgemein üblich, diese Funktionen dadurch zu linearisieren, daß statt der Variablen deren dekadische (log) bzw. natürliche (ln) Logarithmen verwendet werden, denn dann folgt unmittelbar

$$(12.15) \quad \log \vartheta_i = \log a + x_i \log b$$

$$(12.16) \quad \ln \vartheta_i = \ln a + bx_i.$$

Zunächst ist es m.E. angesichts dieser Lösungsmethode wichtig, daß in Erinnerung behalten wird, daß vom realen Problem her gefordert werden muß, daß die Bedingungen der Neutralität und des möglichst Naheliegens bezüglich der ursprünglichen Variablen x_i und y_i erfüllt werden müssen. Die Logarithmierung wurde hier lediglich aus einem Grunde vorgenommen, nämlich, um die für die Gerade entwickelten Lösungsgleichungen der Methode der kleinsten Quadrate anwenden zu können. Das wäre nur dann anders, wenn von der zu repräsentierenden *Realität* her die Logarithmen verwendet werden müßten. Das ist aber bei sozialökonomischen Betrachtungen, die hier diskutiert werden, nicht der Fall.

O. Anderson, sen.[1], hat nun mit Recht darauf hingewiesen, daß die Verwendung der Logarithmen statt der ursprünglichen Variablen "durchaus keine harmlose Operation" darstellt, sondern eine "beträchtliche Verschiebung der gesamten Problemstellung" bedeutet. Die Berechtigung dieser Behauptung ergibt sich aus der Überlegung, daß bei diesem Verfahren - ganz im *Gegensatz* zur Methode der kleinsten Quadrate, die die großen Fehler

[1] Anderson, Probleme, a.a.O., S. 172. Es handelt sich dabei also keineswegs um eine "untergeordnete technische Problematik", wie Wendt, a.a.O., S. 228, behauptet.

stärker gewichtet als die kleinen, worauf bereits Gauss hinwies - "den großen Abweichungen ein viel kleineres Gewicht beigemessen (wird) als den kleinen"[1]. Außerdem hebt Anderson hervor, daß die Fehlersumme, Σu_i, bezogen auf die ursprünglichen Variablen, nicht mehr gleich Null ist[2]. Weiter scheint Anderson diesen Gesichtspunkt nicht verfolgt zu haben. In der Standardliteratur wird die Methode der Logarithmierung, auch für andere als Exponentialfunktionen, jedoch noch heute vorgetragen, ohne daß diese von Anderson erkannten und begründeten Einwände behandelt würden. Sie scheint sogar in der Praxis nach wie vor von großer Bedeutung zu sein[3].

Es ist jedoch zur Beurteilung zweckmäßig, die Methode der Logarithmierung mit Hilfe des in dieser Abhandlung verwandten Instrumentariums noch näher zu betrachten, und zwar an Hand einiger aus der Literatur ausgewählter Beispiele (Tabelle 12.1). Aus der Betrachtung dieser Beispiele folgt:

a. Die nach der Methode der Logarithmierung berechneten Ergebnisse *verstossen* ohne Ausnahme *gegen das Prinzip der Neutralität*, denn in allen Fällen weicht die Σu_i deutlich, und zum Teil erheblich, von Null ab. Daher weicht auch ψ wesentlich von 1 ab.

---

[1] Anderson, Probleme, a.a.O., S. 173.

[2] Ebenda, S. 172. "Die algebraische Summe der Restkomponenten .. ergibt nicht mehr den Wert 0 ..." Von Tintner werden diese m.E. wesentlichen Ausführungen von Anderson in seinem Nachruf nicht erwähnt: G. Tintner, The Statistical Work of Oskar Anderson. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

[3] V. Paretti und G. Bloch, Energie und wirtschaftliches Wachstum. Entwicklung 1950 - 1961 im Gebiet der Europäischen Gemeinschaften und Vorausschätzungen für die Jahre 1965 und 1970. Vorwort von Jean Monnet. (Schriftenreihe des Instituts für international vergleichende Wirtschafts- und Sozialstatistik an der Universität Heidelberg, Bd. 3.) Freiburg i. Breisgau 1964. S. 131 u. passim. P. Balestra, The Demand for Natural Gas in the United States. A Dynamic Approach for the Residential and Commercial Market. (Contributions to Economic Analysis 46.) Amsterdam 1967. S. 13 u. passim.

Tabelle 12.1 - Nichtneutrale und nichtminimale Lösungen für Exponentialfunktionen durch Logarithmieren

Funktion	$\hat{y}_i = ab^{x_i}$			
Quelle	Johnston a.a.O.,S.46	Ezekiel,Fox a.a.O.,S.92	Anderson a.a.O.,S.172	Mackenroth[1] a.a.O.,S.203
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1. Logarithmische Lösung (nach der zitierten Quelle)				
1.1 Σu_i	$-4{,}8 \times 10^4$	1,43	3,86	6,80
1.2 Σu_i^2	$3{,}6 \times 10^9$	28,04	46,59	3.122
1.3 ψ	0,30	0,85	0,68	0,93
2. Iterative Lösung (eigene Berechnung)				
2.1 Σu_i	0,00	0,00	0,00	0,00
2.2 Σu_i^2	$1{,}6 \times 10^8$	26,79	40,98	3.045
2.3 ψ	1,00	1,00	1,00	1,00

[1] G.Mackenroth, Methodenlehre der Statistik. (Grundriß der Sozialwissenschaft,Bd.24.) 3., unveränderte Aufl. Göttingen 1963.

b. Die nach der Methode der Logarithmierung berechneten Ergebnisse liefern nicht das Minimum der Summe der Fehlerquadrate, sondern zum Teil erheblich größere Summen. Diese Methode *verstösst* also auch *gegen das Prinzip des möglichst Naheliegens*.

c. Wird dagegen ein iterativer Lösungsweg gewählt, so wird sowohl dem Prinzip der Neutralität als auch dem des möglichst Naheliegens völlig Genüge getan.

Die hier gewählte iterative Lösung besteht darin, daß zunächst der Parameter b mit Hilfe der Methode der Logarithmierung berechnet wird, weil dadurch ein Parameter in einiger *Nähe* des richtigen Parameters auf einfache Weise bestimmt werden kann.

Dann wird Gleichung (12.13), in Analogie zu (9.8), geschrieben

$$(12.17) \qquad \Sigma u_i = \Sigma y_i - a\Sigma b^{x_i} = 0,$$

woraus die Neutralitätsbedingung

$$(12.18) \qquad a = \frac{\Sigma y_i}{\Sigma b^{x_i}}$$

folgt. Damit ist erreicht, daß die Berechnung dem Prinzip der Neutralität gerecht wird, das Minimum der Funktion Σu_i^2 muß jedoch noch gesucht werden. Dazu wird nun b variiert und a nach Gleichung (12.18) berechnet. Solange sich durch die Wahl anderer Parameter die Summe der Fehlerquadrate vermindern läßt, wird das Verfahren fortgesetzt. Führt sowohl die Erhöhung wie die Verminderung von b zu einer größeren Summe der Fehlerquadrate, so ist das Minimum bestimmt.

Da die Methode der Logarithmierung, bezogen auf die ursprünglichen Variablen, weder wirklich zur Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate führt, noch den Prinzipien der Neutralität und des möglichst Naheliegens gerecht wird, ist sie m.E., entgegen der scheinbar allgemeinen Handhabung, *keine brauchbare Methode* zur Berechnung quantitativer Zusammenhänge.

Daß die Methode allen diesen Bedingungen bezüglich der Logarithmen gerecht wird, ist offenbar unerheblich, denn es ist nicht wichtig, ob in einem bestimmten Zusammenhang, etwa bei der Bestimmung des Einkommens, die Quadrate der Fehlerlogarithmen minimiert sind, sondern, ob die Differenzen zwischen der Repräsentation und den realen Beobachtungen des Einkommens ein Minimum geworden sind.

Daher sollte m.E. die Methode der Logarithmierung bei der Quantifizierung sozialökonomischer Zusammenhänge und Evolutionsvorgänge *nicht verwendet werden.*

Neben den bisher betrachteten Beispielen von Repräsentationsfunktionen gibt es auch solche, bei denen die Unmöglichkeit der Linearisierung von vornherein deutlich hervortritt, bei denen also iterative Lösungsmethoden zu verwenden sind. Ein Beispiel für diese Art von Funktionen ist z.B.

$$(12.19) \qquad \hat{y}_i = a + e^{-cx_i}.$$

Die Betrachtungen zur Linearisierbarkeit von nichtlinearen Funktionen wurden auf die Methode F^2 begrenzt. Für die allgemeine Methode F^θ bleiben nur iterative Methoden übrig, bei denen jedoch darauf zu achten ist, daß sie die Bedingungen der Neutralität und des möglichst Naheliegens erfüllen. Bei der Methode F ist die Möglichkeit der Linearisierung im Einzelfall zu prüfen.

4. Kapitel: Die Mehrfachregression

§ 13. Die Methode der kleinsten Quadrate

1. Die Repräsentation von Zusammenhängen mit mehr als einer wesentlichen Ursache

Die Verwendung der Einfachregression ist nur dann problemadäquat, wenn der zu untersuchende Zusammenhang wirklich hinreichend monokausal ist, d.h. wenn das verursachte Phänomen, abgesehen von der explizit erfaßten, gegenüber allen anderen Ursachen hinreichend autonom ist. Wenn aber bei der Verwendung dieser Methode solche Phänomene in den Hintergrund bzw. die Substruktur verwiesen werden, die einen wesentlichen Einfluß[1] auf das verursachte Phänomen ausüben, so ist eine Quantifizierung des Zusammenhangs mit Hilfe der Einfachregression unzureichend. Daher muß in diesen Fällen eine Methode verwendet werden, die mehr als eine Ursache explizit berücksichtigen kann. Diese Methode wird als *Mehrfachregression* bezeichnet.

Im folgenden wird nun der allgemeine Fall betrachtet, in dem m verursachende Phänomene explizit erfaßt werden,

$$(13.1) \qquad \hat{y}_i = f(x_{ij}) \qquad \begin{matrix} i = 1,2,\ldots,n \\ j = 1,2,\ldots,m. \end{matrix}$$

Dabei wird die Betrachtung, wie bei der Einfachregression, zunächst auf den linearen Zusammenhang beschränkt.

---

[1] Bohm, a.a.O., S. 8. "... define .. "significant causes" ... as those conditions ... which, in the context of interest, have appreciable influence on the effects in question." R. Ruggles, Introduction. In: Long-Range Economic Projection. By the Conference on Research in Income and Wealth, National Bureau of Economic Research. (Studies in Income and Wealth, Vol. 16.) Princeton 1954. S. 4. "In many cases, a relatively small number of variables may suffice; although in fact there may be many other variables related to the situation ..."

$$(13.2) \quad \hat{y}_i = a_o + a_1 x_{i1} + a_2 x_{i2} + \ldots + a_m x_{im}.$$

2. Die allgemeine algebraische Darstellung

Aus den Gleichungen (9.2), (9.4) und (13.2) folgt, wenn in Gleichung (13.2) über alle i summiert wird, die Neutralitätsbedingung für die Mehrfachregression

$$(13.3) \quad \Sigma u_i = \Sigma y_i - (n a_o + a_1 \Sigma x_{i1} + a_2 \Sigma x_{i2} + \ldots + a_m \Sigma x_{im}) = 0$$

$$(13.4) \quad a_o = \bar{y} - a_1 \bar{x}_1 - a_2 \bar{x}_2 - \ldots - a_m \bar{x}_m.$$

Wird $a_o = a$ und $a_1 = b$ gesetzt, so folgt, daß Gleichung (9.9) lediglich ein Spezialfall der Gleichung (13.4) ist.

Die allgemeine Ableitung der Methode der kleinsten Quadrate, F^2, für m unabhängige Variable mit Hilfe der bisher verwendeten algebraischen Ausdrücke wäre sehr umständlich[1]. Diese Ableitung wird daher mit Hilfe der Matrizenalgebra vorgenommen[2]. Dazu wird zunächst Gleichung (13.2) entsprechend umformuliert

$$(13.5) \quad \hat{y} = Xa$$

mit

---

[1] Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 171 ff. Johnston, a.a.O., S. 56. Förster, Egermayer, a.a.O., S. 92 ff u. passim.

[2] Zu den folgenden Ausführungen vgl.: Johnston, a.a.O., S. 106 ff. Draper, Smith, a.a.O., S. 44 ff. Linnik, a.a.O., S. 123 ff. H.R. Schwarz, Numerik symmetrischer Matrizen. Unter Mitwirkung von H. Rutishauser und E. Stiefel. (Leitfäden der angewandten Mathematik und Mechanik, Bd. 11.) Stuttgart 1968. S. 82 ff. M.G. Kendall and A. Stuart, The Advanced Theory of Statistics. In three Volumes. Volume 2: Inference and Relationship. 2nd ed. London 1967. S. 355. H. Scheffé, The Analysis of Variance. (A Wiley Publication in Mathematical Statistics.) New York, London 1959. S. 8 ff. Goldberger, Topics, a.a.O., S. 18 f. J.J. Thomas, Notes on the Theory of Multiple Regression Analysis. (Center of Economic Research, Training Seminar Series 4.) Athens 1964. S. 69. L. Schmetterer, Einführung in die mathematische Statistik. 2., verb. u. wesentlich erw. Aufl. Wien, New York 1966. S. 427 f. R. Henn, Die Auswertung wirtschaftlicher Beobachtungen. (Wirtschaftswissenschaftliche Schriften 2.) Meisenheim am Glan 1955. S. 9 ff.

$$\hat{y} = \begin{pmatrix} \hat{y}_1 \\ \hat{y}_2 \\ \dots \\ \hat{y}_n \end{pmatrix} \qquad a = \begin{pmatrix} a_o \\ a_1 \\ \dots \\ a_m \end{pmatrix}$$

$n \times 1$ $\qquad$ $(m + 1) \times 1$

$$X = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{pmatrix}$$

$n \times (m + 1)$

dabei ist die erste Spalte in X wegen des Parameters a_o erforderlich. Entsprechend gehen die Gleichungen (8.3) und (8.5) über in

$$(13.6) \quad y = \hat{y} + u$$

$$(13.7) \quad u = y - \hat{y}$$

mit

$$y = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_n \end{pmatrix} \qquad u = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_n \end{pmatrix}$$

$n \times 1$ $\qquad$ $n \times 1$.

Nun können die Gleichungen (9.11) bis (10.2) für den allgemeinen Fall durch folgende Gleichungen wiedergegeben werden

$$(13.8) \quad u'u = f(a_o, a_j)$$

$$(13.9) \quad u'u \rightarrow \min!$$

Wegen Gleichung (13.7) kann nun geschrieben werden

$$(13.10) \quad u'u = (y - \hat{y})'(y - \hat{y}) \rightarrow \min!,$$

und daraus folgt wegen Gleichung (13.5)

$$(13.11) \quad u'u = (y - Xa)'(y - Xa).$$

Aus dieser Gleichung folgt, nach einigen Transposi-

tionen,

$$u'u = y'y - 2a'X'y + a'X'Xa. \tag{13.12}$$

Wird nun der Extremwert der Funktion (13.10) bestimmt

$$\frac{\partial}{\partial a} u'u = -2X'y + 2X'Xa, \tag{13.13}$$

so folgt, nachdem dieser Ausdruck gleich Null gesetzt worden ist,

$$X'Xa = X'y \tag{13.14}$$

und damit die Lösung

$$a = (X'X)^{-1}X'y. \tag{13.15}$$

Gleichung (13.13) hätte aber auch in folgender Schreibweise niedergeschrieben werden können,

$$\frac{\partial}{\partial a} u'u = -2y'X + 2a'X'X, \tag{13.16}$$

was aber nach entsprechenden Transpositionen ebenfalls zu dem Ergebnis der Gleichung (13.15) führt.

Die Betrachtung ging bisher von der Ursprungsform aus. Wird nun die Abweichungsform betrachtet[1], so ändert sich der Inhalt der Gleichungen (13.5) und (13.6) entsprechend, nämlich

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} - \bar{x}_1 & x_{12} - \bar{x}_2 & \dots & x_{1m} - \bar{x}_m \\ x_{21} - \bar{x}_1 & x_{22} - \bar{x}_2 & \dots & x_{2m} - \bar{x}_m \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} - \bar{x}_1 & x_{n2} - \bar{x}_2 & \dots & x_{nm} - \bar{x}_m \end{pmatrix}_{n \times m}$$

$$\hat{y} = (\hat{y}_1 - \hat{\bar{y}} \quad \hat{y}_2 - \hat{\bar{y}} \quad \dots \quad \hat{y}_n - \hat{\bar{y}})'_{n \times 1}$$

$$y = (y_1 - \bar{y} \quad y_2 - \bar{y} \quad \dots \quad y_n - \bar{y})'_{n \times 1}$$

$$a = (a_1 \quad a_2 \quad \dots \quad a_m)'_{m \times 1} \qquad u = (u_1 \quad u_2 \quad \dots \quad u_n)'_{n \times 1}.$$

---

[1] Johnston, a.a.O., S. 114 f. Auch hier ist wieder darauf zu achten, daß dort, im Gegensatz zu dem Vorgehen in dieser Abhandlung, die Fehler aus wahrscheinlichkeitstheoretischen Überlegungen anders interpretiert werden.

Da bei der Abweichungsform der Ordinatenabschnitt verschwindet, enthält a diesen Parameter nicht mehr und entsprechend entfällt die Spalte der Einsen in X. Da sich aber an der Notierung in Matrizensymbolen nichts verändert, gilt auch für die Abweichungsform die Lösung (13.15), nur, daß jetzt a_o nicht mehr zugleich mit den übrigen Parametern bestimmt worden ist, sondern nun mit Hilfe von Gleichung (13.4) speziell berechnet werden muß.

Nun werden die Eigenschaften (10.24) bis (10.28) für den allgemeinen Fall dargestellt. Unter Beachtung der Gleichungen (13.7), (13.5) und (13.15) läßt sich beweisen, daß

$$X'u = o \tag{13.17}$$

ist; Null ist hier auch ein Vektor, und entsprechend gilt, unter Beachtung ebendieser Gleichungen,

$$\hat{y}'u = 0. \tag{13.18}$$

Diese Ableitungen gelten sowohl für die Ursprungs- als auch für die Abweichungsform.

Durch Gleichung (13.13) wurde zwar ein Extremwert bestimmt, jedoch ist noch nicht bewiesen, ob der daraus entwickelte Lösungsvektor a, entsprechend Gleichung (13.15), wirklich die Funktion $u'u$ minimiert. Dieser Beweis kann im Falle der Matrizenschreibweise nicht einfach durch das Vorzeichen der zweiten Ableitung geliefert werden. Daher wird nun davon ausgegangen, daß g irgendein Vektor von der gleichen Dimension wie a sei, also in Gleichung (13.5) als Lösungsvektor eingesetzt werden kann[1]. Für den Fall der Verwendung von a als Lösungsvektor wird nun auf Grund der Gleichungen (13.7) und (13.5) geschrieben

$$u = y - Xa. \tag{13.19}$$

Für den Fall der Verwendung von g wird v als Fehlervek-

[1] Linnik, a.a.O., S. 125 f. Der Unterschied zum hier gewählten Vorgehen besteht lediglich darin, daß Linnik Gewichte in die Betrachtung aufnimmt, ebenda, S. 120 ff.

tor verwendet; u wird also hier nicht mehr als allgemeiner Fehlervektor aufgefaßt, sondern speziell der Lösung (13.15) zugeordnet. Also wird nun geschrieben

$$v = y - Xg. \tag{13.20}$$

Wenn nun bewiesen werden kann, daß die Gleichung

$$v'v \geq u'u \tag{13.21}$$

erfüllt sein muß, dann ist damit auch bewiesen, daß a nach Lösung (13.15) das Minimum der Funktion $u'u$ liefert.

Nun wird Gleichung (13.19) von Gleichung (13.20) abgezogen

$$v - u = X(a - g) \tag{13.22}$$

$$v = u + X(a - g) \tag{13.23}$$

$$v'v = u'u + 2(a - g)'X'u + (a - g)'X'X(a - g). \tag{13.24}$$

Durch negative Elemente kann jeder dieser Summanden negativ sein, so daß nach Gleichung (13.24) der Fall $u'u > v'v$ noch nicht ausgeschlossen werden kann. Wegen Gleichung (13.17) geht Gleichung (13.24) nun über in

$$v'v = u'u + (a - g)'X'X(a - g), \tag{13.25}$$

und darin wird nun Gleichung (13.22) eingesetzt,

$$v'v = u'u + (v - u)'(v - u), \tag{13.26}$$

in einfachen algebraischen Ausdrücken,

$$\Sigma v_i^2 = \Sigma u_i^2 + \Sigma(v_i - u_i)^2. \tag{13.27}$$

Da Quadrate nicht negativ sein können, kann eine Summe von Quadraten in keinem Fall kleiner als Null sein, also gilt stets

$$(v - u)'(v - u) \geq 0. \tag{13.28}$$

Daher ist also Ungleichung (13.21) stets erfüllt, gleichgültig, welches g gewählt wird. Jeder von a verschiedene Vektor führt also zu einer größeren Summe von Fehlerquadraten als der Lösungsvektor der Gleichung (13.15). Der durch Gleichung (13.13) bestimmte Extremwert ist also

ein Minimum.

3. Graphische Darstellung

Figur 13.1 stellt einen Zusammenhang für einen Fall n = 3, m = 1 dar. Aus Gleichung (13.17) folgt, daß der Fehlervektor senkrecht auf allen Zeilenvektoren von X' steht, bzw., daß u und alle Zeilenvektoren von X' *orthogonal* zueinander sind. Im Fall der Figur 13.1 besteht X' allerdings nur aus einem Vektor, x', vgl. Figur 13.2. Weiter folgt aus Gleichung (13.18), daß $\hat{y}'$ und u zueinander orthogonal sind. Aus Figur 13.2 läßt sich nun leicht erkennen, daß die Methode der kleinsten Quadrate die Gleichung

$$(13.29) \qquad |y|^2 = |\hat{y}|^2 + |u|^2$$

erfüllt[1], also eine Lösung nach dem Satz des *Pythagoras* ist[2]. Da $|u|$ die Länge des Fehlervektors ist, nämlich $|u| = \sqrt{u'u}$, kann nun gesagt werden, die Gaußsche Methode F^2 minimiere das Quadrat der Länge des Fehlervektors[3].

§ 14. Numerische Methoden

1. Die unmittelbare Verwendung der Lösungsgleichung

Bei konkreten Prognosen in der Praxis ist es von größter Bedeutung, daß bei den Quantifizierungen von Zusammenhängen im Rahmen der Basisanalyse leistungsfähige numerische Methoden verwendet werden. Selbst in den hervorragenden Darstellungen zur Methode F^2 bzw. zur Regression wird jedoch auf die besonderen Probleme der numerischen Lösung im allgemeinen m.E. nicht hinreichend eingegangen; vielfach wird lediglich ein Beispiel mit Hilfe von Determinanten-Methoden[4]

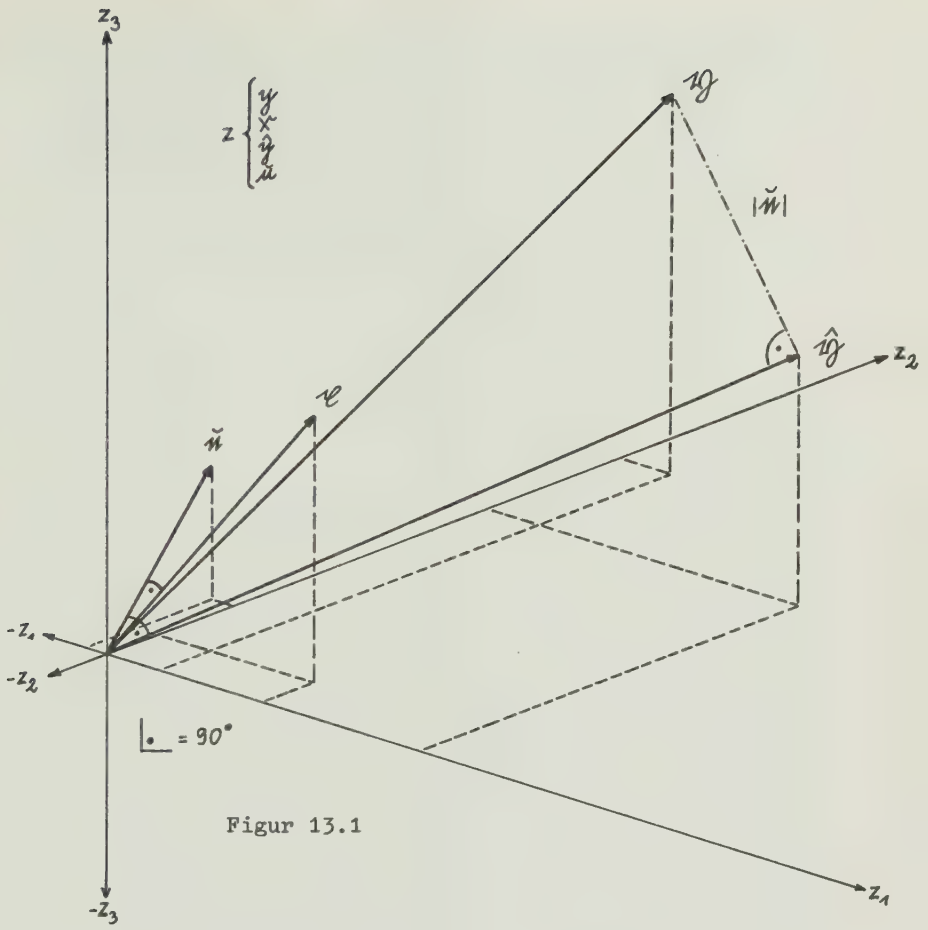
---

[1] Draper, Smith, a.a.O., S. 288 ff. Vgl. auch Scheffé, a.a.O., S. 12. Schwarz, a.a.O., S. 91.

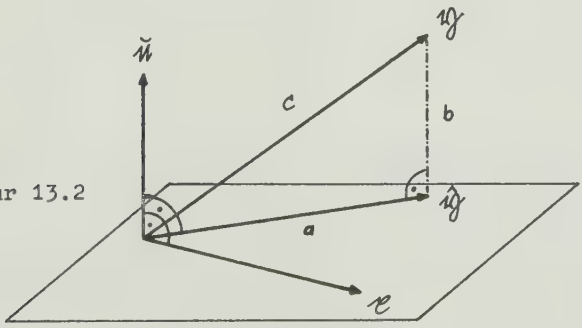
[2] Draper, Smith, a.a.O., S. 289. "... equivalent to the Pythagoras result ..."

[3] Schwarz, a.a.O., S. 83. "Das Gaußsche Prinzip verlangt, daß das Quadrat der Länge des Residuenvektors .. zu minimalisieren ist."

[4] Vgl. z.B. Johnston, a.a.O., S. 128. Draper, Smith, a.a.O., S. 51 f.



Figur 13.1



Figur 13.2

oder eines Gaußschen bzw. eines diesem verwandten Algorithmus berechnet[1]. Es ist daher m.E. zweckmäßig, im folgenden die Fragen der Numerik näher zu betrachten und einige besonders wichtige Methoden darzustellen.

Bei jeder numerischen Lösung ist von den Gleichungen (13.14) bzw. (13.15) oder von den besonderen Eigenschaften dieser Lösungen auszugehen. Nun wird zunächst vereinbart, daß vereinfachend

$$(14.1) \quad B = X'X$$

gesetzt wird. Gleichung (13.15) erfordert unter anderem die Berechnung der inversen Matrix B^{-1}. Zur numerischen Bestimmung der Inversen eignet sich m.E. besonders die *elementare Basistransformation*[2]. Dabei wird im Lauf der Berechnung aus jeder Zeilen-Spalten-Kombination von B ein *Hauptelement* ausgewählt, im Falle der Ursprungsmethode also m + 1 und im Falle der Abweichungsmethode m Hauptelemente. Im folgenden wird nur die Ursprungsmethode behandelt, wobei die dafür erzielten Ergebnisse entsprechend auch für die Abweichungsmethode gültig sind. Besonders einfach ist es nun, obwohl nicht in jedem Falle numerisch günstig, nacheinander die Diagonalelemente von B und von den aus dieser Matrix entwickelten Iterationen als Hauptelemente zu verwenden. Wird die Matrix als Ausgangstabelle der Iteration betrachtet, so folgen auf sie noch insgesamt m + 1 Iterationen. Jede folgende i-te Iteration ergibt sich aus der vorhergehenden (i - 1)-ten Iteration durch die in den Gleichungen (14.2) bis (14.5) allgemein beschriebenen Operationen[3]. Sei nun $b_{hh}^{(i-1)}$

[1] Linnik, a.a.O., S. 148 ff. Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 177 ff. H.P. Künzi, W. Krelle, Nichtlineare Programmierung. Unter Mitwirkung von W. Oettli. (Monographien zur Unternehmensforschung, hrsg. von A. Jaeger, W. Krelle, H.P. Künzi, K. Wenke, Ph. Wolfe, Bd. 1.) Berlin, Göttingen, Heidelberg 1962. S. 13.

[2] B. Krekó, Lehrbuch der linearen Optimierung. 2., berichtigte Aufl. Berlin 1965. S. 135 ff. Ebenda, S. 154 ff.

[3] Ebenda. Vgl. auch R.G. Brown, Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series. (Prentice-Hall Quantitative Methods Series.) Englewood Cliffs, N.J. 1963. S. 353 f.

Damit sind mit Hilfe von Gleichung (13.15) die Parameter der Ursprungsmethode der linearen Einfachregression allgemein bestimmt worden, was sich aus einem Vergleich mit den Gleichungen (10.5) und (10.8) erkennen läßt.

2. Die Zusammenfassung zu einem linearen Gleichungssystem

Es ist jedoch zweckmäßig, zur Lösung von Gleichung (13.15) nicht das oben lediglich zur Illustration dargestellte Verfahren zu verwenden.

Zur Bestimmung einer geeigneten numerischen Methode wird nun zunächst vereinbart, daß

$$(14.10) \qquad v = X'y$$

geschrieben wird. Damit geht Gleichung (13.14) unter Beachtung der Gleichungen (14.1) und (14.10) über in

$$(14.11) \qquad Ba = v.$$

Gleichung (14.11) stellt offenbar ein lineares Gleichungssystem dar. Nun ist es zur Lösung dieses Gleichungssystems lediglich notwendig, zu prüfen, ob der Vektor v mit dem Spaltenraum von B *kompatibel* ist[1]. Diese Kompatibilitätsprüfung liefert die Elemente des Vektors a, also die gesuchten Parameter der linearen Mehrfachregression.

Die Technik der Kompatibilitätsprüfung ist die der in den Gleichungen (14.1) bis (14.5) beschriebenen elementaren Basistransformation.

Wird wieder die Ursprungsform der linearen Einfachregression als Beispiel verwendet, so folgt daraus die Tabelle

B		v
n	Σx_i	Σy_i
Σx_i	Σx_i^2	$\Sigma x_i y_i$

(Fortsetzung der Tabelle auf S. 122.)

[1] Krekó, a.a.O., S. 147.

(14.12)

1	$\bar{x}$	$\bar{y}$	
0	$\Sigma x_i^2 - \bar{x}\Sigma x_i$	$\Sigma x_i y_i - \bar{y}\Sigma x_i$	
1	0	$\bar{y} - \dfrac{\Sigma x_i y_i - \frac{1}{n}\Sigma x_i \Sigma y_i}{\Sigma x_i^2 - \frac{1}{n}(\Sigma x_i)^2}\bar{x}$	a_0
0	1	$\dfrac{\Sigma x_i y_i - \frac{1}{n}\Sigma x_i \Sigma y_i}{\Sigma x_i^2 - \frac{1}{n}(\Sigma x_i)^2}$	a_1

Aus dieser Tabelle läßt sich erkennen, daß die Operationen der Tabelle (14.7) auf die Spalte des Vektors v ausgedehnt worden sind. Im allgemeinen Fall werden also die Gleichungen (14.2) bis (14.5) bei diesem Verfahren nicht auf $m + 1$, sondern auf $m + 2$ Spalten angewendet. Zugleich ist aus Tabelle (14.12) zu erkennen, daß es zur Lösung des Gleichungssystems (14.11) nicht erforderlich ist, die unter dem Hauptelement in der h-ten Spalte stehenden Elemente, abgesehen von $b_{hh}^{(i)}$, zu berechnen. In diese Spalten können daher einfach die Einheitsvektoren eingetragen werden[1]. Damit hat sich gegenüber der Berechnung mit Hilfe von Gleichung (13.15) die numerische Arbeit vermindert, selbst dann, wenn bei der Berechnung der Inversen in Tabelle (14.7) die Symmetrie ausgenutzt wird.

3. Die Kondition

Die Berechnung der Werte der Parameter der linearen Mehrfachregression ist zwar im Prinzip mit Hilfe der Gleichung (14.11) stets durchführbar, wenn B *nichtsingulär* ist; bei der numerischen Durchführung können sich jedoch auf Grund der zu verwendenden empirischen Daten erhebliche Schwierigkeiten ergeben, die entweder zu sehr ungenauen Ergebnissen führen, oder eine numerische Lösung sogar überhaupt unmöglich ma-

[1] Krekó, a.a.O., S. 139 ff. Ebenda, S. 149 ff.

chen.

Eine gewisse Kontrolle über die Genauigkeit der numerischen Ergebnisse geben die verschiedenen "Nullgleichungen", also die Gleichung (9.2) aus der Neutralitätsbedingung sowie die Gleichungen (13.17) und (13.18). Wenn z.B. mit r Nachkommastellen gerechnet wird und in mehr als zwei oder drei der letzten dieser Nachkommastellen erscheinen Werte, die von Null verschieden sind, dann ist dies vielfach ein Hinweis auf ungünstige numerische Eigenschaften der verwandten empirischen Daten, also der x_{ij}.

Ein Maß für die numerische Ungenauigkeit, die der Lösungsvektor a aufweist, ist die *Konditionszahl*[1] κ,

$$\kappa = \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} , \tag{14.13}$$

wobei die λ Eigenwerte von B sind. Die Konditionszahl besagt nun, daß bei der Verwendung von q wesentlichen Dezimalstellen in a ein Fehler von der Größe von κ Einheiten der letzten mitgeführten Stelle des größten Elements möglich ist[2]. Da der größte bzw. kleinste Eigenwert einer symmetrischen Matrix mindestens so groß ist wie das größte bzw. kleinste Diagonalelement dieser Matrix, läßt sich κ sehr einfach durch

$$\kappa \geq \frac{\max\limits_{i} b_{ii}}{\min\limits_{i} b_{ii}} \qquad i = 1,2,\ldots,m+1 \tag{14.14}$$

abschätzen[3]. Diese Abschätzung weist κ jedoch oft zu klein aus.

Die größte Gefahr für die numerische Lösbarkeit des Gleichungssystems (14.11) besteht darin, daß bei einer Iteration das Hauptelement $b_{hh}^{(i-1)}$ numerisch, d.h.

[1] Schwarz, a.a.O., S. 22 f u. passim.

[2] Ebenda, S. 102. Ebenda, S. 22.

[3] Ebenda, S. 84 f.

bei der jeweils verwandten Anzahl von Nachkommastellen, gleich oder doch nahezu gleich Null ist. Ist es gleich Null, so ist offenbar die Operation (14.2) nicht mehr durchführbar. Das bedeutet, daß die Matrix B, auch wenn sie genaugenommen *nichtsingulär* ist, rein numerisch *singulär* ist.

Es werden nun zwei Verfahren betrachtet, die besser als Gleichung (14.11) geeignet sind, solchen Schwierigkeiten zu begegnen.

4. Die Methode von Cholesky

Bei der Gaußschen Methode F^2 ist die Matrix B *symmetrisch-definit*, wenn B *nichtsingulär* ist[1]. Daher kann das Verfahren von Cholesky[2] verwendet werden, das den numerischen Stellenverlust durch die Verwendung von Quadratwurzeln vermindert[3].

Der erste Schritt bei diesem Verfahren besteht darin, die Matrix R mit den Elementen

$$(14.15) \qquad r_{ii} = \sqrt{b_{ii}^{(i-1)}}$$

$$(14.16) \qquad r_{ij} = \frac{b_{ij}^{(i-1)}}{\sqrt{b_{ii}^{(i-1)}}} \qquad j > i$$

zu bestimmen, wobei zuvor die Elemente

$$(14.17) \qquad b_{ij}^{(p)} = b_{ij}^{(p-1)} - r_{pi}r_{pj} \qquad \begin{matrix} i,j = p+1,\ldots,m+1 \\ p = 1,2,\ldots,m \end{matrix}$$

aus den Elementen von B zu bilden sind.

Diese Matrix R erfüllt die Gleichung

$$(14.18) \qquad B = R'R.$$

Damit geht Gleichung (14.11) über in

$$(14.19) \qquad R'Ra = v.$$

---

[1] Schwarz, a.a.O., S. 83 f. Vgl. auch ebenda, S. 36 u. ebenda, S. 16 f.

[2] Ebenda, S. 34 ff.

[3] Linnik, a.a.O., S. 153.

Nun wird noch der Hilfsvektor

$$(14.20) \quad q = Ra$$

definiert. Gleichung (14.19) geht nun unter Beachtung von Gleichung (14.20) über in

$$(14.21) \quad R'q = v.$$

Mit Hilfe des Gleichungssystems (14.21) wird nun der Vektor q berechnet. Wird der auf diese Weise numerisch bestimmte Vektor q in Gleichung (14.20) eingesetzt, so kann mit Hilfe der Gleichung

$$(14.22) \quad Ra = q$$

der Parametervektor a berechnet werden. Zur Lösung der Gleichungen (14.21) und (14.22) wird wieder die Kompatibilitätsprüfung benutzt.

5. Die Methode der Orthogonalisierung

Zunächst wird vorausgesetzt, daß die Matrix der unabhängigen Variablen, X, aus den $m + 1$ linear unabhängigen Vektoren δ und x_j, $j = 1,2,\ldots,m$, besteht, wobei δ ein Vektor ist, der nur Einsen enthält. Das ist gleichbedeutend mit der Forderung, daß B nichtsingulär sein muß, wenn die Gleichungen (13.15) bzw. (14.11) lösbar sein sollen, da das Matrizenprodukt B, vgl. Gleichung (14.1), nicht mehr linear unabhängige Spalten enthalten kann[1] als X bzw. X'.

Die Methode der Orthogonalisierung geht nun von der Beobachtung aus, daß der Fehlervektor u senkrecht auf allen Zeilenvektoren von X' steht, vgl. Gleichung (13.17) und Figur 13.1.

Aus den $m + 1$ Vektoren δ und x_j werden nun mit Hilfe des *Orthogonalisierungsverfahrens von Schmidt* $m + 1$ *orthogonalisierte* Vektoren w_k, $k = 1,2,\ldots,m + 1$, mit Hilfe der Gleichungen

$$(14.23) \quad w_k = \frac{z_k}{|z_k|}$$

[1] G. Hadley, Linear Algebra. (Addison-Wesley Series in Industrial Management.) Reading, Mass., London 1961. S. 138.

$$(14.24) \qquad z_k = x_k - \sum_{i=1}^{k-1} (w_i' x_k) w_i$$

gebildet[1]. Dabei wird speziell in Gleichung (14.24) x_k ausnahmsweise so aufgefaßt, daß damit sowohl der Vektor δ als auch die x_j erfaßt sind, wobei δ als x_1 aufgefaßt wird.

Die w_k orthonormierten Vektoren werden nun zur Matrix W zusammengefaßt[2]. Diese Matrix erfüllt zusammen mit der mit Hilfe der Gleichungen (14.15) bis (14.17) bestimmten Matrix R die Gleichung

$$(14.25) \qquad X = WR.$$

Wird nun der Vektor

$$(14.26) \qquad h = W'y$$

definiert, so ergibt sich der Fehlervektor u durch "reine Orthogonalisierung"[3] von y bezüglich W in der Form

$$(14.27) \qquad u = y - Wh.$$

Aus den Gleichungen (13.19), (14.25) und (14.27) folgt nun

$$(14.28) \qquad WRa = Wh.$$

Da voraussetzungsgemäß X, und damit auch W, m + 1 linear unabhängige Spalten enthält, kann, nachdem Gleichung (14.28) zunächst mit W' erweitert worden ist,

$$(14.29) \qquad W'WRa = W'Wh,$$

die Inverse $(W\ W)^{-1}$ gebildet werden, so daß Gleichung (14.29) nach Erweiterung mit dieser Inversen übergeht in

$$(14.30) \qquad Ra = h.$$

---

[1] Hadley, Linear Algebra, a.a.O., S. 45 ff.

[2] Schwarz, a.a.O., S. 96 ff.

[3] Ebenda, S. 96.

Die Methode der Orthogonalisierung geht also in vier Schritten vor sich: Im ersten Schritt wird W mit Hilfe der Gleichungen (14.24) und (14.25) gebildet, im zweiten h nach Gleichung (14.26) berechnet, im dritten R nach den Gleichungen (14.15) bis (14.17) bestimmt. Im vierten Schritt schließlich wird der Parametervektor a durch Prüfung der Kompatibilität in Gleichung (14.30) bestimmt.

Die Methode der Orthogonalisierung ist nun insbesondere deswegen von Bedeutung, weil sie numerisch noch genauer ist als die Methode von Cholesky. Während bei der Methode von Cholesky die Abweichung κ Einheiten betragen kann, ist bei der Methode der Orthogonalisierung nur mit einer Abweichung von $\sqrt{\kappa}$ Einheiten zu rechnen[1]. Insofern ist es zweckmäßig, in besonders schwierigen Fällen, in denen auch die Methode von Cholesky numerisch versagt, die Methode der Orthogonalisierung zu verwenden, obwohl sie aufwendiger ist als die Methode von Cholesky, da bei ihr neben R auch noch W berechnet werden muß.

Es ist jedoch hervorzuheben, daß die Methoden von Cholesky und die der Orthogonalisierung *mathematisch äquivalent* sind[2]. Sie stellen lediglich zwei verschiedene Lösungswege zur Methode F^2 dar. Der wesentliche Unterschied liegt in ihrer numerischen Leistungsfähigkeit[3].

Soweit bei der Bestimmung des Lösungsvektors a doch der Weg über die Matrix B^{-1} gewählt wird, ist es, insbesondere wenn diese Matrix umfangreich ist, zweckmäßig, ein Zerlegungsverfahren zu verwenden, durch das die Ordnung von B kleiner als $m + 1$ gehalten wird. Im folgenden werden nun zwei Möglichkeiten einer solchen Zerlegung betrachtet.

---

[1] Schwarz, a.a.O., S. 102.

[2] Ebenda, S. 100 f.

[3] Ebenda, S. 101. "Trotz der mathematischen Äquivalenz der beiden Prozesse besteht *numerisch* ein wesentlicher Unterschied, der bei Fehlergleichungen mit schlecht konditionierten Normalgleichungen besonders deutlich wird."

6. Die Zerlegung mit Hilfe der allgemeinen Basistransformation[1]

Die Gleichungen (14.2) bis (14.5) geben die Technik der elementaren Basistransformation an. Diese elementare Basistransformation ist jedoch nur der Spezialfall der *allgemeinen Basistransformation*[2], in welchem statt mit Matrizen nur mit Skalaren gearbeitet wird. Die Transformationstechnik für die Skalare gibt, entsprechend umgeschrieben, also auch das Verfahren für Matrizen an.

Zunächst wird nun die Matrix B in Blöcke (Untermatrizen) zerlegt[3]

$$(14.31) \quad B = \begin{Bmatrix} A_{r \times r} & B_{r \times s} \\ C_{s \times r} & D_{s \times s} \end{Bmatrix} \quad r + s = m + 1.$$

Wird nun beachtet, daß die Matrizenmultiplikation nicht kommutativ ist und daher die Innenproduktregel zu berücksichtigen ist, so folgt aus Gleichung (14.31), bei entsprechender Anwendung der Gleichungen (14.2) bis (14.5), die Tabelle (14.32):

A C	B D
A^{-1} $-CA^{-1}$	$A^{-1}B$ $D - CA^{-1}B$
$A^{-1} - A^{-1}B(D - CA^{-1}B)^{-1}(-CA^{-1})$ $(D - CA^{-1}B)^{-1}(-CA^{-1})$	$A^{-1}B\{-(D - CA^{-1}B)^{-1}\}$ $(D - CA^{-1}B)^{-1}$

[1] Die Zerlegung wird im folgenden auf den einfachen Fall von lediglich vier Blöcken beschränkt. In ganz analoger Weise kann die Zerlegung jedoch von einer größeren Zahl von Blöcken ausgehen.

[2] Krekó, a.a.O., S. 157 ff.

[3] Im folgenden ist darauf zu achten, daß $B_{r \times r}$ nur ein Block von B nach Gleichung (14.1) ist.

Werden nun die Blöcke der Inversen B^{-1} mit A^*, B^*, C^* und D^* bezeichnet, so ergeben sich, wenn die Symmetrie von B beachtet wird, aus Tabelle (14.32) fogende Lösungsgleichungen,

$$(14.33) \quad D^* = (D - CA^{-1}B)^{-1}$$

$$(14.34) \quad C^* = -D^*CA^{-1}$$

$$(14.35) \quad B^* = C^{*\prime}$$

$$(14.36) \quad A^* = A^{-1} - (A^{-1}B)C^*.$$

Dieses Verfahren kann aber nicht nur zur Zerlegung von B verwendet werden, sondern z.B. auch zur Zerlegung des Gleichungssystems (14.11), wobei dann v entsprechend in die Untervektoren (Blöcke) $v_{r\times 1}$ und $v_{s\times 1}$ zerlegt wird. Die allgemeine Basistransformation wird dann auf diese Blöcke ausgedehnt, so wie auch die elementare Basistransformation auf v ausgedehnt worden ist[1].

7. Die Zerlegung mit Hilfe eines Gleichungssystems[2]

In der Matrizenalgebra gilt allgemein, daß das Produkt einer nichtsingulären Matrix mit ihrer Inversen die Einheitsmatrix ergibt. Daraus folgt im vorliegenden Fall

$$(14.37) \quad BB^{-1} = E.$$

Wird nun die im vorigen Abschnitt verwendete Zerlegung und Schreibweise übernommen, so folgt daraus für Gleichung (14.37)

$$(14.38) \quad \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A^* & B^* \\ C^* & D^* \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} E_r & 0 \\ 0 & E_s \end{pmatrix}.$$

Aus Gleichung (14.38) folgt nun auf Grund der Regeln der Matrizenmultiplikation das Gleichungssystem

---

[1]Da bei diesem Verfahren Produkte von mehreren Matrizen vorkommen, ist es zweckmäßig, falls Beispiele von Hand gerechnet werden, ein *Falk-Schema* zu verwenden. Vgl.: G. Dietrich und H. Stahl, Grundzüge der Matrizenrechnung. 5., neubearb. Aufl. Leipzig 1968. S. 79 ff.

[2]Hadley, Linear Algebra, a.a.O., S. 107 ff.

(14.39) $AA^* + BC^* = E_r$

(14.40) $CA^* + DC^* = 0$

(14.41) $AB^* + BD^* = 0$

(14.42) $CB^* + DD^* = E_s$.

Nun wird ein nichtsingulärer Block D gewählt. Dann folgt aus Gleichung (14.40) sofort

(14.43) $C^* = -D^{-1}CA^*$.

Aus den Gleichungen (14.43) und (14.39) folgt

(14.44) $A^* = (A - BD^{-1}C)^{-1}$.

Aus Gleichung (14.42) folgt

(14.45) $D^* = D^{-1} - D^{-1}CB^*$,

und aus den Gleichungen (14.45), (14.41) und (14.44) ergibt sich

(14.46) $B^* = -A^*BD^{-1}$.

Die Lösungsgleichungen werden zweckmäßigerweise in der Reihenfolge (14.44), (14.46), (14.43) und (14.45) geordnet. Auch hier gilt wieder $B^* = C^{*\prime}$.

Der Vergleich der Lösungen (14.33) bis (14.36) mit den Ergebnissen (14.43) bis (14.46) zeigt die Ähnlichkeit der Ergebnisse beider Verfahren, insbesondere etwa beim Vergleich von (14.33) mit (14.44) oder von (14.36) mit (14.45). Der Unterschied besteht lediglich darin, daß die Lösung einmal bei dem Block A^* und einmal bei D^* einsetzt.

8. Der partielle Regressionskoeffizient

Die Parameter a_j, $j = 1,2,\ldots,m$ der Gleichung (13.2) besitzen eine interessante Eigenschaft, die in einigen Fällen nützlich sein kann. Sei z.B. der Parameter a_k, $1 \leq k \leq m$, also der Parameter der k-ten unabhängigen Variablen, herausgegriffen.

Nun wird zunächst das verursachende Phänomen x_k aus dem Zusammenhang (13.2) herausgenommen,

$$(14.47) \quad \hat{y}_i = \tilde{a}_o + \tilde{a}_1 x_{i1} + \dots + \tilde{a}_{k-1} x_{i(k-1)} + \tilde{a}_{k+1} x_{i(k+1)} + \dots + \tilde{a}_m x_{im}.$$

Zum Unterschied zwischen den Parametern a_o, a_j, $j = 1,2,\dots,m$ der Gleichung (13.2) werden die Parameter der Gleichung (14.47) mit $\tilde{a}_o$, $\tilde{a}_j$, $j \neq k$, bezeichnet. Dann wird die unabhängige Variable x_k ebenfalls als Funktion der übrigen m - 1 Phänomene geschrieben,

$$(14.48) \quad \hat{x}_{ik} = a^*_o + a^*_1 x_{i1} + \dots + a^*_{k-1} x_{i(k-1)} + a^*_{k+1} x_{i(k+1)} + \dots + a^*_m x_{im},$$

wobei auch hier die Parameter besonders gekennzeichnet werden. Werden nun die Fehler aus den Funktionen (14.47) und (14.48) mit v bzw. w bezeichnet, so folgt

$$(14.49) \quad v_i = y_i - \hat{y}_i$$

$$(14.50) \quad w_i = x_{ik} - \hat{x}_{ik}.$$

Nun wird v als Funktion von w aufgefaßt

$$(14.51) \quad v_i = f(w_i).$$

Aus der Einfachregression (14.51) folgt für die Steigung dieser Funktion, analog Gleichung (10.18) und unter Beachtung von Gleichung (9.3),

$$(14.52) \quad b = \frac{\Sigma w_i v_i}{\Sigma w_i^2}.$$

Nun gilt ganz generell

$$(14.53) \quad b = a_k,$$

d.h., der partielle Regressionskoeffizient a_k ist gleich dem einfachen Regressionskoeffizienten b, der sich aus der Einfachregression der Fehler der Gleichungen (14.47) und (14.48) ergibt[1].

[1] Förster, Egermayer, a.a.O., S. 92 ff. Vgl. auch D.J. Cowden, A Procedure for Computing Regression Coefficients. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 53 (1958), S. 144 ff.

§ 15. Die nichtlineare und die technische Mehrfachregression

1. Potenz- und Exponentialfunktionen

In analoger Erweiterung der Überlegungen zur nichtlinearen Einfachregression kann nun z.B. bei Potenzfunktionen, vgl. Funktion (12.1), geschrieben werden

$$(15.1) \quad \hat{y}_i = a_0 + a_1 x_{i1}^{\tau_1} + a_2 x_{i2}^{\tau_2} + \ldots + a_m x_{im}^{\tau_m} \quad \tau_j \varepsilon R.$$

Auf diese Funktion können alle Lösungsmethoden, die für die lineare Mehrfachregression entwickelt worden sind, angewendet werden, wenn die in Gleichung (12.8) angegebene Substitution analog vorgenommen wird. Das gleiche gilt für die übrigen linearisierbaren Funktionen[1].

Bei den Exponentialfunktionen ist genau wie im Fall der Einfachregression die Logarithmierung zu vermeiden und statt dessen ein Iterationsverfahren zu wählen. In jedem Falle aber sollte, wenn die Logarithmierungsmethode verwendet wird, geprüft werden, wie stark die Lösung von der Bedingung $\Sigma u_i = 0$ abweicht.

Nichtlinearisierbare Funktionen müssen, je nach ihrer besonderen Form, speziell behandelt werden, damit ein möglichst geeignetes Iterationsverfahren entwickelt werden kann[2].

2. Die technische Mehrfachregression

Eine einfache Überlegung zeigt, daß im § 10 die monokausalen Zusammenhänge nicht vollständig behandelt worden sind. Angenommen, zwischen y und x bestehe ein realer Zusammenhang, dessen adäquate Repräsentation die Verwendung des Polynoms

---

[1] Draper, Smith, a.a.O., S. 128 ff. Johnston, a.a.O., S. 52. Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 206 ff. E.J. Williams, Regression Analysis. (A Wiley Publication in Applied Statistics.) New York, London 1959. S. 40 f.

[2] Draper, Smith, a.a.O., S. 263 ff. Bei diesen nichtlinearisierbaren Funktionen treten eine Reihe von Besonderheiten auf; die Linien gleicher Fehlerquadratsummen nehmen z.B. eine "bananenförmige" Gestalt an, ebenda, S. 283 und ebenda, S. 299. Vgl. auch die "Nonlinear Bibliography", ebenda, S. 301 ff.

$$\hat{y}_i = a_o + a_1 x_i + a_2 x_i^2 \qquad (15.2)$$

erfordert. Dieser Zusammenhang ist offenbar monokausal, da $\hat{y}_i$ nur von einem anderen Phänomen x abhängig gemacht wird. Dieses x erscheint jedoch in der Funktion (15.2) mehr als einmal auf der rechten Seite der Gleichung. Eine solche Gleichung ist aber offensichtlich nicht mit Hilfe der Einfachregression lösbar. Die Techniken der Mehrfachregression erlauben dagegen eine Lösung, wenn $z_1 = x$ und $z_2 = x^2$ gesetzt wird,

$$\hat{y}_i = a_o + a_1 z_{i1} + a_2 z_{i2}. \qquad (15.3)$$

Daraus folgt, daß auch monokausale Zusammenhänge, von der Lösungstechnik her gesehen, eine Mehrfachregression erforderlich machen können. Um diesen Fall der Mehrfachregression von dem unterscheiden zu können, in dem der Zusammenhang m verschiedene Phänomene, bei insgesamt m unabhängigen Variablen,enthält, wird im folgenden bei monokausalen Zusammenhängen von der Art der Gleichung (15.3) von *technischer Mehrfachregression* gesprochen.

Ein solcher Fall technischer Mehrfachregression liegt aber nicht nur bei diesen Fällen der Monokausalität vor, sondern kann auch bei Zusammenhängen mit mehreren expliziten Ursachen eintreten, nämlich immer dann, wenn wenigstens eines dieser Phänomene auf der rechten Seite der Gleichung mehrfach vorkommt, z.B.

$$\hat{y}_i = a_o + a_1 x_{i1} + a_2 x_{i1}^{0,8} + a_3 x_{i2}^{1,4} + a_4 x_{i3} + a_5 x_{i3}^2. \qquad (15.4)$$

Wird nun substituiert $z_1 = x_1$, $z_2 = x_1^{0,8}$, $z_3 = x_2^{1,4}$, $z_4 = x_3$, $z_5 = x_3^2$, so folgt

$$\hat{y}_i = a_o + a_1 z_{i1} + a_2 z_{i2} + a_3 z_{i3} + a_4 z_{i4} + a_5 z_{i5}. \qquad (15.5)$$

Diese Funktion enthält offenbar insgesamt fünf "technische" unabhängige Variable aber nur drei verursachende Phänomene.

5. Kapitel: Die Schachtelregression

§ 16. Die Parameter als Funktion

1. Die algebraische Darstellung

Wird die Gleichung (13.2) in einer etwas anderen Schreibweise notiert,

$$(16.1) \quad \hat{y}_i = b_o + b_1 x_{i1} + b_2 x_{i2} + \ldots + b_m x_{im},$$

und dann irgendeine der Variablen, z.B. x_{ik}, $1 \leqq k \leqq m$, um den Betrag Δx_k verändert, so ändert sich $\hat{y}_i$ genau um den Betrag

$$(16.2) \quad \Delta\hat{y}_i = b_k \Delta x_{ik},$$

d.h. der Zuwachs $\Delta\hat{y}_i$ hängt bei dieser Gleichung nur von Δx_{ik} und b_k ab. Es ist bei einer Funktion der Art (16.1) für die Veränderung von $\hat{y}_i$ völlig *belanglos*, auf welchem *Niveau* sich die m - 1 übrigen Variablen x_j, $j \neq k$, befinden, wenn x_k verändert wird.

Der Parameter b_k kann nun in gewisser Weise als die "*Wirkung*" aufgefaßt werden, die x_k je Einheit auf $\hat{y}_i$ ausübt. Diese Wirkung unterliegt in Gleichung (13.2) bzw. (16.1) keinem Einfluß irgendeines anderen Phänomens. Diese formale Konstruktion ist aber ohne Zweifel für eine Vielzahl von realen Zusammenhängen keine adäquate Repräsentation. Angenommen, es liege ein realer Zusammenhang vor, bei dem die Wirkung b_k eine einfache lineare Funktion der unabhängigen Variablen x_r ist, $r \neq k$, $1 \leqq r \leqq m$,

$$(16.3) \quad b_{ik} = A_o + A_1 x_{ir},$$

so bedeutet das *nicht*, daß x_k eine Funktion von x_r ist, sondern daß die Wirkung b_k von x_k auf $\hat{y}_i$ eine Funktion von x_r ist, was genau auseinanderzuhalten ist. Aus den Gleichungen (16.3) und (16.1) folgt nun

$$(16.4) \quad \hat{y}_i = b_o + b_1 x_{i1} + \ldots + (A_o + A_1 x_{ir}) x_{ik} + \ldots + b_m x_{im}.$$

Wird $A_o = a_k$, $A_1 = a_{m+1}$, $b_o = a_o$ und $b_j = a_j$ für $j \neq k$ gesetzt, so folgt daraus[1]

$$(16.5) \quad \hat{y}_i = a_o + a_1 x_{i1} + \ldots + a_k x_{ik} + \ldots + a_m x_{im} + a_{m+1} x_{ik} x_{ir}.$$

Wird nun in Gleichung (16.5) x_{ik} um den Betrag Δx_k verändert, so ändert sich $\hat{y}_i$ genau um den Betrag

$$(16.6) \quad \Delta\hat{y}_i = a_k \Delta x_{ik} + a_{m+1} \Delta x_{ik} x_{ir},$$

und es ist unmittelbar zu erkennen, daß die Auswirkung, die eine Veränderung von x_{ik} auf $\hat{y}_i$ ausübt, vom *Niveau* der unabhängigen Variablen x_r abhängt. Ganz analog verhält es sich mit der Wirkung einer Veränderung von x_r bezüglich des Niveaus von x_k. Das ändert sich jedoch, wenn statt der Geraden (16.3) die Potenzfunktion

$$(16.7) \quad b_{ik} = A_o + A_1 x_{ir}^2$$

eine adäquate Repräsentation ist. In diesem Falle besteht zwischen dem Einfluß, den das Niveau von x_r auf die Wirkung von x_k ausübt und dem umgekehrten Einfluß des Niveaus von x_k auf Veränderungen von x_r ein Unterschied.

Wenn eine Gleichung der Art (16.3) oder (16.7) in die Funktion (16.1) eingesetzt wird, so werden dabei offenbar zwei Funktionen ineinander verschachtelt. Gleichungen der Art (16.5) werden daher im folgenden als *Schachtelregression* bezeichnet.

Hinsichtlich der Lösungstechnik gelten für die Schachtelregression alle für die Mehrfachregression entwickelten Methoden. Das ist sofort zu erkennen, wenn in Gleichung (16.5) $z_j = x_j$ und $z_{m+1} = x_k x_r$ gesetzt wird, wodurch Gleichung (16.5) übergeht in

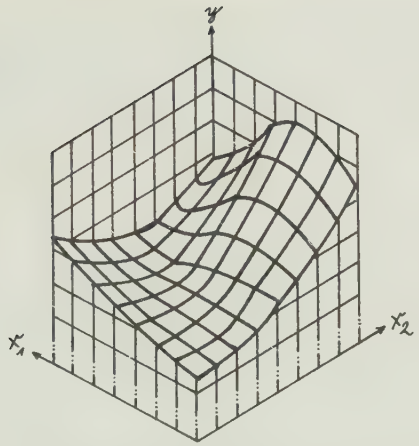
[1] Ezekiel, a.a.O., S. 372 ff. Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 348 ff. Draper, Smith, a.a.O., S. 130.

$$(16.8) \quad \hat{y}_i = a_o + a_1 z_{i1} + \ldots + a_k z_{ik} + \ldots + a_m z_{im} + a_{m+1} z_{i(m+1)} \cdot$$

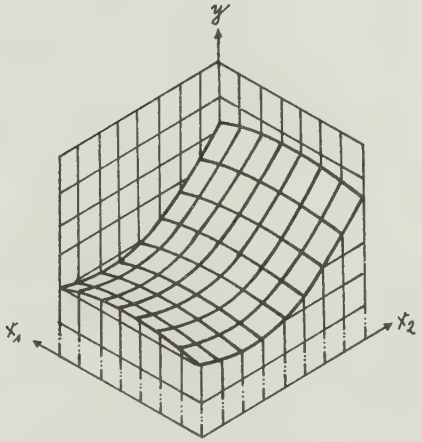
Die Parameter können im Prinzip beliebig komplizierte Funktionen von irgendwelchen unabhängigen Variablen sein, so daß sehr differenzierte Einwirkungen der Niveaus auf Veränderungen von Variablen erfaßbar sind. Dabei braucht die Variable, deren Niveau auf Veränderungen einer anderen Variablen einwirkt, nicht unbedingt explizit in der Schachtelregression außerhalb des Schachtelgliedes vorzukommen. Schachtelglieder können in jede lineare oder nichtlineare Mehrfachregression eingebaut werden.

2. Die Bedeutung für die Darstellung empirischer Zusammenhänge

Aus diesen Überlegungen wird deutlich, daß mit Hilfe der Schachtelregression empirische Zusammenhänge erfaßbar sind, die mit Hilfe der normalen Mehrfachregression *nicht* adäquat darstellbar sind (vgl. Figuren 16.1 und 16.2). Trotz dieser bedeutenden Eigenschaften hat diese Art der Funktion bisher, wie es scheint, keine entsprechende Beachtung gefunden. Sie ist jedoch gerade auch für die Repräsentation von empirischen Zusammenhängen in der Sozialökonomie sehr wesentlich. So wäre es z.B. keine adäquate Repräsentation der Abhängigkeit der Nachfrage von den Preisen und dem Einkommen, wenn eine Funktion verwendet würde, die aus formalen Gründen notwendig zu dem Ergebnis führte, daß die Wirkung einer Preisänderung auf die Nachfrage völlig unabhängig vom Einkommens*niveau* der Nachfrager sei. Zu dieser Aussage führt die normale Einfachregression der Art (13.2) jedoch zwangsläufig, während die Schachtelregression für jedes Einkommensniveau zu einer anderen Wirkung der Preisänderung führt. Anders ausgedrückt, bei der normalen Mehrfachregression ist die Wirkung einer Preis- bzw. Einkommensänderung völlig unabhängig von der *Kombination* der Preise und Einkommen.



Figur 16.1 - Repräsentation eines empirischen Zusammenhangs durch eine Schachtelregression. (Nach Ezekiel, a. a.O., S. 374, Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 350.)



Figur 16.2 - Repräsentation des in Figur 16.1 durch eine Schachtelregression dargestellten empirischen Zusammenhangs durch eine normale Mehrfachregression. (Nach Ezekiel, a.a.O., S. 375, Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 351.) Der Vergleich beider Figuren zeigt deutlich, daß die normale Mehrfachregression eine Fehlrepräsentation darstellt, durch die wesentliche Eigenschaften des empirischen Zusammenhangs verlorengehen bzw. verfälscht werden.

Ähnliche Überlegungen gelten für viele, wenn nicht nahezu alle sozialökonomischen Zusammenhänge. Daher sollte m.E. bei sozialökonomischen Untersuchungen nicht die normale Mehrfachregression, sondern stets die Schachtelregression verwendet werden.

§ 17. Die allgemeine Regression

1. Die Methode der kleinsten Potenzen

Bis hierher wurde nur die Methode F^2 im Rahmen der Mehrfach- und der Schachtelregression betrachtet. Bei den übrigen Verfahren zur Erfüllung des Prinzips des möglichst Naheliegens können die bei der Einfachregression angegebenen Verfahren analog verwendet werden. Diese Iterationsverfahren sind aber offenbar im Falle der Mehrfach- und der Schachtelregression sehr aufwendig. Bei der Methode F sind in letzter Zeit die Techniken der linearen Programmierung eingesetzt worden[1].

Bisher weist keine der Methoden F^θ, $\theta \neq 2$, eine auch nur annähernd so hohe Entwicklung auf wie die Methode F^2.

Es wäre m.E. von Vorteil für die Repräsentation von Zusammenhängen, wenn wenigstens für einige weitere Arten der Methode F^θ im Laufe der Zeit Verfahren entwickelt würden, die einen ähnlich hohen Stand aufweisen wie die Methode F^2.

2. Die der Regression vorgegebenen Überlegungen

Die Schachtelregression ist die allgemeinste Form der Regression. Verglichen mit ihr besitzen die Mehrfachregression und insbesondere die Einfachregression nur relativ begrenzte Möglichkeiten, die Realität adäquat zu repräsentieren, was nicht ausschließt, daß

[1] W. D. Fisher, A Note on Curve Fitting with Minimum Deviations by Linear Programming. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961), S. 359 ff. H. M. Wagner, Linear Programming Techniques for Regression Analysis. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 54 (1959), S. 206 ff. Derselbe, Non-Linear Regression with Minimal Assumptions. Ebenda, Vol. 57 (1962), S. 572 ff.

es auch für diese beiden Regressionsformen Bereiche gibt, in denen sie problemadäquat sind. Im folgenden werden zur kürzeren Kennzeichnung der Einfach-, Mehrfach- und Schachtelregression die Symbole R_1, R_m und R_σ verwendet.

In den Funktionen (8.1), (11.1), (12.7) und (13.1) wurde $\hat{y}_i$ von immer neuen Gesichtspunkten abhängig gemacht. Dabei wurde in diesen Darstellungen bisher unbeachtet gelassen, daß $\hat{y}_i$ keine Funktion im üblichen Sinne, sondern eine Repräsentation ist, also eine Abstraktion eines empirischen Zusammenhangs. Diese Abstraktion ist jedoch von den Beobachtungswerten von y ebenso abhängig wie von denen von x, so daß statt Gleichung (12.7) nun ganz allgemein für einen Repräsentationswert der Mehrfachregression geschrieben werden kann

$$(17.1) \qquad \hat{y}_i = f(x_{ij}, y_i, \theta, \tau).$$

Die Überlegungen zur Schachtelregression machen jedoch darüber hinaus eine Entscheidung über die Art der Verschachtelung notwendig, die im folgenden mit dem Symbol σ gekennzeichnet wird. Daraus ergibt sich dann die *allgemeinste* Form der Abhängigkeit des Repräsentationswertes

$$(17.2) \qquad \hat{y}_i = f(x_{ij}, y_i, \theta, \tau, \sigma).$$

Bei der Interpretation dieses Ausdrucks ist nun jedoch zu beachten:

a. Gegeben sind zunächst bei einer empirischen Untersuchung nur die Beobachtungen über das abhängige bzw. verursachte Phänomen y.

b. Auf Grund der sozialökonomischen Theorie sowie bisheriger praktischer Erfahrungen ist nun, da die Regression als formale Technik darüber selbst nichts aussagt, zu entscheiden,

α. welche x_j wesentlichen Einfluß auf y ausüben,

β. welche Funktionen als Hypothesen in Frage kommen,

γ. wieviele Beobachtungen von y und x_j der Re-

gression zugrunde zu legen sind,

δ. welche Fehlersumme zu minimieren ist,

ε. welche Verschachtelungen zu beachten sind.

Werden nun diese theoretischen und praktischen Überlegungen mit Θ bezeichnet, so kann, wenn dieser Ausdruck mehr qualitativ gedeutet wird, geschrieben werden,

$$(17.3) \quad x_{ij}, \theta, \tau, \sigma = f(\Theta)$$

$$(17.4) \quad \hat{y}_i = f(y_i, \Theta).$$

Die Qualität der Repräsentation von Zusammenhängen hängt also völlig von der Qualität der theoretischen und praktischen Überlegungen ab, die den Quantifizierungen der realen Zusammenhänge zugrunde liegen[1]. Auch die beste

[1]Das gilt insbesondere, weil mit Hilfe der Messung der jeweiligen Kontingenz *nicht* überprüft werden kann, ob das zwischen den Zeitreihen bestehende Verhältnis lediglich eine kausaltheoretisch belanglose, rein numerische "Gleichläufigkeit" darstellt, oder ob es sich um einen realen, wirksamen Kausalzusammenhang handelt. Zwischen dieser "Gleichläufigkeit" und der Kausalität kann *nur* mit Hilfe theoretischer und praktischer Überlegungen unterschieden werden. Für diese Überlegungen ist bei sozialökonomischen Zusammenhängen insbesondere die nationalökonomische Theorie von Bedeutung. Die Kenntnis dieser Theorie ist also beim Prognostiker vorauszusetzen. Vgl. in diesem Zusammenhang die aufschlußreichen und zugleich dogmenhistorisch bedeutsamen Untersuchungen von G.U. Yule, Why Do We sometimes Get Nonsense-Correlations between Time-Series? - A Study in Sampling and the Nature of Time-Series. "Journal of the Royal Statistical Society", London, Vol. LXXXIX (1926) New Series, S. 1 ff. Ebenda, S. 4, "common influence of the time-factor"; s. ebenda, S. 10 ff, insbesondere die Figuren 5 ff. Diese Untersuchung von Yule verliert auch dann nicht ihre Bedeutung, wenn die Ergebnisse, anders als dort, im Sinne der in dieser Abhandlung vorgetragenen Überlegungen interpretiert werden. Vgl. hierzu auch: E. Ames and St. Reiter, Distribution of Correlation Coefficients in Economic Time Series. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961), S. 637 ff. G. Menges, Die ökonometrische Struktur und die Frage ihrer Konstanz. In: Strukturwandlungen, a.a.O., S. 1002 f. W.B. Stewart, The Practical Use of Mathematics in Forecasting. Possibilities and Limitations of New Techniques Available. In: Sales Forecasting, Uses, Techniques, and Trends. (American Management Association, Inc., Special Report No. 16.) New York, N.Y., 1956. S. 60.

Numerik kann die sozialökonomische Theorie nicht ersetzen, andererseits begeben sich die sozialökonomische Theorie und die Praxis unnötig sehr wesentlicher und u.U. entscheidender Hilfsmittel, wenn sie die numerischen Möglichkeiten nicht vollständig ausnutzen, sondern sich auf einige simple Verfahrenstechniken beschränken, vielleicht sogar, ohne deren Problemadäquatheit wirklich zu überprüfen.

6. Kapitel: Einige weitere Instrumente

§ 18. Reduzierte Formen

1. Der Methodenpluralismus

Die bis hierher im Rahmen der Basisanalyse diskutierten Verfahren zur Ermittlung von Zusammenhängen und Entwicklungen verwendeten als mathematisch-quantitatives Instrument nur die Repräsentation. Die Repräsentation hat jedoch, obwohl sie m.E. bei entsprechender Anwendung sehr leistungsfähig ist, wie jede andere einzelne Methode auch, bestimmte Grenzen der Anwendbarkeit und Aussagekraft. Es kann daher von ihr nicht erwartet werden, daß sie für *alle* im Rahmen einer Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen *relevanten* realen Gegebenheiten eine geeignete Abstraktion zu liefern vermag. Daher ist nun zu prüfen, welche anderen mathematisch-quantitativen Methoden geeignet sind, neben der Repräsentation als Abstraktionsverfahren verwendet zu werden.

Soweit diese anderen Verfahren nicht nur die Behandlung weiterer Probleme ermöglichen, sondern auch auf dieselben Probleme angewendet werden können wie die Repräsentation, bietet sich eine u.U. wesentliche Möglichkeit, die mit verschiedenen Methoden ermittelten Ergebnisse miteinander zu vergleichen und durch kritische Überprüfung der Widersprüche dem Ziel der Ermittlung der Kausalvarianten möglicherweise noch näherzukommen. Besonders wesentlich sind solche Überprüfungen hinsichtlich der Zusammenhangshypothesen, der Übergangszonen zwischen homogenen Intervallen und der Substrukturen.

Daß es bei der Erstellung einer Prognose aus heuristischen Gründen angebracht ist, sich nicht auf eine einzelne Methode zu beschränken, sondern die Möglich-

keiten eines Methodenpluralismus zu nutzen, entspricht, wie es scheint, durchaus der herrschenden Meinung, der hierin m.E. völlig zuzustimmen ist[1].

Im folgenden werden nun zwei Verfahren diskutiert werden, die, neben der Repräsentation, stets angewendet werden sollten, wenn ihre formale Struktur im Einzelfall der realen Struktur hinreichend adäquat ist und die Aussicht besteht, daß sie, gemessen an ihrem Aufwand, einen wesentlichen Beitrag zur Bestimmung von Kausalvarianten liefern werden.

Welches der beiden hier erwähnten Verfahren verwendbar ist, muß von Prognose zu Prognose nach sorgfältigen Überlegungen neu entschieden werden.

2. Das Gleichungssystem[2]

Wenn bei der Prognose einer bestimmten langfristigen

[1]Vgl. z.B.: H. Gerfin, Einige Probleme mittel- und langfristiger Marktprognosen. "Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik", Bern, Jg. 97 (1961), S. 46. Ebenda, S. 63. G. Menges, Statistik und Wirtschaftsprognose. In: Umrisse einer Wirtschaftsstatistik. Festgabe für P. Flaskämper zur 80. Wiederkehr seines Geburtstages. Hrsg. von A. Blind. Hamburg 1966. S. 54 ff. A.C. Scott, Finding and Evaluating Basic Data for Sales Forecasting. In: Sales Forecasting, a.a.O., S. 51. "It is generally accepted that a more reliable sales forecast is obtained from a *multiple-method approach* than from any *single method*. (Hervorhebung von mir.) B.E. Estes, What Management Expects of Forecasting. In: ebenda, S. 15 f. "Management should insist that the forecasting organization use all available valid techniques ..." H. Schlesinger, Wert und Grenzen gesamtwirtschaftlicher Vorausschätzungen. "Allgemeines statistisches Archiv", Göttingen, Bd. 51 (1967), S. 416. Derselbe, Was kann die quantitative Wirtschaftsforschung als Wirtschaftsstatistik und Ökonometrie zur Konjunkturdiagnose beitragen? In: Diagnose und Prognose, a.a.O., S. 146. Gollnick, a.a.O., S. 74. V.L. Bassie, Economic Forecasting. New York, Toronto, London 1958. S. 56.

[2]Simultane Gleichungssysteme werden in der Literatur, ebenso wie die Regression, *wahrscheinlichkeitstheoretisch* interpretiert. Gleichungssysteme werden hier dagegen, wie schon die Regression, als wahrscheinlichkeitsfreie Abstraktion aufgefaßt. Auch die bei der Verwendung der Gleichungssysteme auftretenden Abstraktionsfehler werden nicht dem Zufall, sondern der Kontingenz zugeschrieben. Das ist bei der Durchsicht der im folgenden zitierten Schriften zu beachten. Zunächst seien nun einige Werke zitiert, die die Gleichungsmethode an Hand einfacher und anschaulicher Beispie- (Fortsetzung S. 144.)

Nachfrage eine Gruppe von relevanten Phänomenen y_i, $i = 1,2,\ldots,m$, gegeben ist, zwischen denen eine für die Prognose wesentliche Interdependenz besteht, und wenn zugleich diese Zusammenhänge durch ein *ökonometrisches Modell* dargestellt werden können, dann ist es u.U. von Bedeutung, diese Phänomene für einen bestimmten Zeitpunkt t *simultan*, d.h. so zu berechnen, daß sie durch eine einzige Rechnung aufeinander abgestimmt werden. Phänomene dieser Art werden als *endogene Variable* des jeweiligen Modells bezeichnet.

Solche Phänomene, die zwar wesentlichen Einfluß auf einige oder alle endogenen Phänomene ausüben, selbst aber von keiner der endogenen Größen so wesentlich beeinflußt werden, daß sie den endogenen Variablen zugeordnet werden müssen, gehen als vorgegebene Größen in das Modell ein. Es ist zweckmäßig, zwei Gruppen solcher Größen zu unterscheiden, nämlich *verzögerte endogene* und *exogene Variable*.

Eine verzögerte endogene Variable ist ein endogenes Phänomen, das mit einem Wert in das Modell eingeht,

---

le erklären: G. Menges, Ökonometrie. (Die Wirtschaftswissenschaften, Reihe B, Nr. 20.) Wiesbaden 1961. S. 155 u. passim. Derselbe, Ökonometrische Prognosen. Köln u. Opladen 1967. S. 31 ff. S. Reutlinger, Analysis of a Dynamic Model, with Particular Emphasis on Long-Run Projections. "Journal of Farm Economics", o.O., Vol. 48 (1966), S. 91 ff. Kuhn, a.a.O., S. 77 ff. Unter den bisher berechneten großen Modellen ist das von Klein-Goldberger unter anderem deswegen von Bedeutung, weil es von der Literatur besonders stark beachtet worden ist. Die folgenden Werke geben das Modell sowie Stellungnahmen zu diesem Modell wieder. L.R. Klein and A.S. Goldberger, An Econometric Model of the United States, 1929 - 1952. (Contributions to Economic Analysis IX.) Amsterdam 1955. An Econometric Model of the United Kingdom. L.R. Klein and R.J. Ball, A. Hazlewood and P. Vandome. (Oxford University Institute of Statistics Monograph No. 6.) Oxford 1961. A.S. Goldberger, Impact Multipliers and Dynamic Properties of the Klein-Goldberger Model. (Contributions to Economic Analysis XIX.) Amsterdam 1959. C.F. Christ, Aggregate Econometric Models. "The American Economic Review", Menasha, Wisc., Vol. XLVI (1956), S. 404 ff. Schlesinger, Was kann die quantitative Wirtschaftsforschung, a.a.O. For Short-Haired Eggheads. An Econometric Model of the United (Fortsetzung S. 145.)

der um r Zeiteinheiten älter ist als die Werte der endogenen Phänomene. Sind die y_i für den Zeitpunkt t bestimmt worden, so daß sie mit y_{it} bezeichnet werden können, dann stellen die $y_{i,t-r}$, r = 1,2,..., ältere Beobachtungen der y_i, also verzögerte endogene Variable, dar. Die Verwendung von verzögerten endogenen Variablen bedeutet also, daß einige oder alle endogenen Phänomene, außer mit ihren dem Zeitpunkt t zugehörigen Werten, zusätzlich auch mit Werten von Zeitpunkten t-r in das Modell eingehen. Im folgenden werden die verzögerten endogenen Variablen nun nicht mit $y_{i,t-r}$, sondern der Einfachheit halber mit w_j, j = 1,2,...,q, bezeichent, da in der Regel nicht alle endogenen Phänomene auch mit ihren älteren Werten im Modell vorkommen, so daß $q \leq m$

Kingdom. By L.R. Klein and Others. "The Economist", London, vom 3. Juni 1961. W.A. Cromarty, An Econometric Model for United States Agriculture. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 54 (1959), S. 556 ff. Insbesondere zu Aussagen über die Verwendbarkeit von Gleichungsmodellen, Vergleichen mit anderen Modellen und allgemeinen Beurteilungen vgl. z.B. Hanau und Wöhlken, a.a.O. Schlesinger, Wert und Grenzen, a.a.O. J. Tinbergen, Die Prognose als Basis der Wirtschaftspolitik. In: Diagnose und Prognose, a.a.O., S. 436 ff. C.A. v.d. Beld, Die Praxis der laufenden Konjunkturdiagnose in den Niederlanden. In: ebenda, S. 113 ff. R.C. Tress, The Contribution of Economic Theory to Economic Prognostication. "Economica", London, New Series, Vol. XXVI (1959). H. Führer, Der Beitrag von Theorie und quantitativer Wirtschaftsforschung zur Konjunkturprognose. In: Diagnose und Prognose, a.a.O. G. Bombach, Über die Möglichkeit wirtschaftlicher Voraussagen. "Kyklos", Basel, Vol. XV (1962). W. Krelle, Möglichkeiten und Grenzen der Konjunkturdiagnose. In: Diagnose und Prognose, a.a.O. H. Gerfin, Die kurzfristige Konjunkturprognose. In: ebenda. Menges, Die ökonometrische Struktur, a.a.O. T.W. Anderson and H. Rubin, Estimation of the Parameters of a Single Equation in a Complete System of Stochastic Equations. "The Annals of Mathematical Statistics", Baltimore, Md., Vol. XX (1949), S. 46 ff. König, a.a.O. Vgl. in diesem Zusammenhang auch die Darstellung zur *simultanen Regression* bzw. zur *mehrstufigen Regression* durch Williams, a.a.O., S. 162 ff, bzw. Johnston, a.a.O., S. 231 ff; vgl. auch das ebenda, S. 268 ff, angegebene Beispiel.

gilt. Verzögerte endogene Variable sind dann in ein Modell aufzunehmen, wenn eine endogene Variable von ihren eigenen früheren Werten oder den früheren Werten von anderen endogenen Variablen wesentlich beeinflußt wird. Im folgenden wird nun zunächst der Einfachheit halber angenommen, alle verzögerten endogenen Variablen seien um die gleiche Zeitspanne verzögert.

Die exogenen Variablen z_k, $k = 1,2,\ldots,p$, sind alle übrigen Phänomene, die einen wesentlichen Einfluß auf die endogenen Variablen ausüben und daher in das Modell aufgenommen werden.

Von welchen w_j und z_k die y_i abhängig sind, ergibt sich aus dem jeweiligen ökonomischen Modell

$$(18.1) \qquad y_i = f(w, z).$$

Die zur Bestimmung der m endogenen Variablen notwendigen Gleichungen seien durch das Modell (18.1) in Form von g Verhaltens- bzw. technologischen und h Definitionsgleichungen gegeben, $g + h = m$, $g \geq 2$. Bei g nach Elimination der Definitionsgleichungen übrig gebliebenen endogenen Variablen wird nun ein *simultanes, lineares Gleichungssystem* von g Gleichungen gebildet, so daß sich g neue ökonomische Zusammenhangshypothesen ergeben,

$$(18.2) \qquad y_1 = f(w, z) \qquad 1 = 1,2,\ldots,g.$$

Seien z.B. in einem Modell die technologische Gleichung

$$(18.3) \qquad y_9 = a_o + a_1 y_3 + a_2 w_4 + a_3 z_1 + a_4 z_7$$

und die Definitionsgleichung

$$(18.4) \qquad y_3 = y_1 + w_2 - z_4$$

gegeben. Dann geht die technologische Gleichung (18.3) durch Elimination der Definitionsgleichung (18.4) über in

$$(18.5) \qquad y_9 = a_o + a_1(y_1 + w_2 - z_4) + a_2 w_4 + a_3 z_1 + a_4 z_7,$$

d.h., durch die Elimination ist die endogene Variable aus der technologischen Gleichung entfernt worden, die im Modell (18.1) explizit nur durch eine Definitionsgleichung bestimmt wurde. Das Modell (18.2) enthält dementsprechend also nur solche endogenen Phänomene, die explizit durch eine technologische Gleichung dargestellt worden sind.

Die dem Modell (18.2) entsprechenden Zusammenhänge werden nun durch die Matrizengleichung

$$(18.6) \quad Ay + Mw + Ng = v \qquad s,l = 1,2,\ldots,g$$

wiedergegeben, wobei die Vektoren y, w bzw. g die Variablen y_i, w_i bzw. z_k und die Matrizen A, M und N Parameter entsprechend den durch Modell (18.2) festgelegten Zusammenhängen bzw. Nullen enthalten, wenn die jeweilige Variable y_l nicht von einer der übrigen Variablen abhängt. Matrix M enthält bei q verzögerten Variablen insgesamt q + 1 Spalten, da eine Spalte für die Ordinatenabschnitte der linearen Gleichungen vorzusehen ist; Vektor w enthält an der entsprechenden Stelle ein Einselement. Diese Erweiterungen können auch bei N und g, nicht jedoch bei A und y vorgenommen werden.

Enthielte das Modell (18.1) verzögerte Variable mit verschieden langen Verzögerungen, so könnte für jede Gruppe von Variablen mit gleich langer Verzögerung eine weitere Matrix $M^{(2)}$, $M^{(3)}$,... mit den entsprechenden Vektoren $w^{(2)}$, $w^{(3)}$,... gebildet werden.

Die von Null verschiedenen Parameter der Matrizen A, M und N, nämlich a_{sl}, m_{sj} und n_{sk}, einschließlich der Ordinatenabschnitte in M oder N, sind nun mit Hilfe der Repräsentation auf Grund der durch das Modell (18.2) gegebenen Zusammenhangshypothesen zu bestimmen.

Aus Gleichung (18.6) folgt nun

$$(18.7) \quad y = -A^{-1}Mw - A^{-1}Ng.$$

Diese Gleichung geht unter Beachtung der Vereinfachungen

$$(18.8) \quad -A^{-1}M = H$$

$$(18.9) \quad -A^{-1}N = R$$

über in die Lösungsgleichung

$$(18.10) \qquad y = Hw - Rg.$$

Da es für die Berechnung jedoch nicht erforderlich ist, M und N, w und g zu unterscheiden, werden M und N als Blöcke bzw. Untermatrizen der (s × f)-Matrix, f = q + 1 + p,

$$(18.11) \qquad B = (M|N),$$

und die Vektoren w und g als Blöcke bzw. Untermatrizen des (f × 1)-Vektors

$$(18.12) \qquad z = (w'|g')'$$

aufgefaßt, so daß die Gleichungen (18.6) und (18.7) übergehen in

$$(18.13) \qquad Ay + Bz = o$$

$$(18.14) \qquad y = -A^{-1}Bz.$$

Dieser Ausdruck wird allgemein als *reduzierte Form* bezeichnet. Wird nun

$$(18.15) \qquad V = A^{-1}B$$

gesetzt, so tritt Gleichung (18.16) an die Stelle von Gleichung (18.10),

$$(18.16) \qquad y = Vz.$$

Bei der numerischen Berechnung ist es jedoch zweckmäßig, nicht von Gleichung (18.15), also der Bestimmung von A^{-1}, auszugehen, sondern zunächst

$$(18.17) \qquad v = -Bz$$

zu bestimmen und dann, ausgehend von dem Gleichungssystem

$$(18.18) \qquad Ay = v,$$

den Vektor y mit Hilfe der Kompatibilitätsprüfung zu bestimmen, entsprechend dem bereits in den Gleichungen (14.2) bis (14.5) angegebenen Verfahren, das schon auf das Gleichungssystem (14.11) angewendet wurde. Da A nicht wie B aus Gleichung (14.11) symmetrisch ist, bietet die

Kompatibilitätsprüfung hier noch mehr Arbeitsersparnis als bei der Mehrfachregression. Da, wie gesagt, A nicht symmetrisch ist, können die Methode von Cholesky bzw. die Orthogonalisierungsmethode hier nicht angewendet werden. Die in den Gleichungen (14.31) bis (14.46) dargestellten beiden Zerlegungsverfahren sind dagegen anwendbar.

Sobald die Elemente von y, also die g endogenen Variablen der reduzierten Form, ermittelt sind, können auch die übrigen h endogenen Variablen mit Hilfe der h Definitionsgleichungen des Modells (18.1) berechnet werden.

Die Methode, mehrere endogene Variable mit Hilfe des Gleichungssystems (18.6) simultan zu berechnen, stellt also, genau wie die Repräsentation ein formales Verfahren zur *Abstraktion* realer Kausalzusammenhänge dar. Gleichung (18.6) ist also ebenso wie z.B. Gleichung (13.2) eine empirische Formel. Die Methode, mit Hilfe eines simultanen Gleichungssystems Abstraktionen von Zusammenhängen zu bilden, wird nun mit dem Buchstaben Γ symbolisiert. Für die mit Hilfe von Γ berechneten Abstraktionswerte wird, um diese von den Beobachtungswerten y_{it} unterscheiden zu können, die Bezeichnung $\tilde{y}_{it}$ verwendet, d.h.

$$(18.19) \qquad y = (\tilde{y}_{1t}, \tilde{y}_{2t}, \ldots, \tilde{y}_{mt})'.$$

Welche Werte die Elemente von y, also die Abstraktionswerte, $\tilde{y}_{it}$, der Methode Γ annehmen, hängt bei unveränderten Matrizen vom Inhalt des Vektors z ab, also von den Werten der verzögerten sowie der exogenen Variablen. Werden in z die w_j, also z.B. die endogenen Variablen mit ihren Werten aus dem Jahr t-1, sowie die z_k des Jahres t eingesetzt, so liefert die Methode Γ die $\tilde{y}_i$ des Jahres t, d.h. die Abstraktionswerte $\tilde{y}_{it}$. Werden nun für die w_j und z_k fortlaufend Werte aus dem jeweils nächsten Jahr entnommen und in Gleichung (18.6) eingesetzt, dann werden damit insgesamt m abstrakte Zeitreihen für die endogenen Variablen bestimmt.

Aus dem Vergleich der y_{it} mit den $\tilde{\gamma}_{it}$ ergeben sich die *Abstraktionsfehler* der Methode Γ, die mit $u_{\Gamma it}$ bezeichnet werden.

3. Vor- und Nachteile der reduzierten Formen

Die Methode Γ unterliegt einigen wesentlichen *Beschränkungen*.

Zu diesen Beschränkungen zählt insbesondere die Linearität des Modells Γ, die eine Begrenzung der Aussagekraft der Methode Γ herbeiführt, weil die Zusammenhänge zwischen sozialökonomischen Variablen, wenigstens sehr oft, nicht hinreichend linear sind.

Darüber hinaus ergibt sich eine wesentliche Schwierigkeit der Methode Γ daraus, daß es oft nicht möglich sein wird, ein längeres Zeitintervall zu finden, das für alle in Γ enthaltenen Kausalvarianten *zugleich* ein homogenes Intervall darstellt. Das folgt daraus, daß das homogene Intervall für Γ als Ganzes nicht länger sein kann als das längste Intervall, das allen Repräsentationen, die in Γ eingehen, *gemeinsam* ist. Daher sind die Intervalle, für die eine abstrakte Zeitreihe mit Hilfe von Γ aufgestellt werden kann, in aller Regel kürzer als die Intervalle, für die die Repräsentationen berechnet werden konnten, nämlich höchstens genau so lang wie das kürzeste Intervall, das sich unter den in Γ eingehenden Repräsentationen befindet. Würde nämlich mit der Berechnung von $\tilde{\gamma}_i$ über das gemeinsame homogene Intervall hinausgegangen, dann enthielte die *empirische Struktur* von Γ keine Zusammenhänge mehr, bei denen die Möglichkeit besteht, daß sie sich im Verlauf der weiteren Untersuchung als Kausalvarianten erweisen, sondern nur noch Durchschnittszusammenhänge.

Diesen Nachteilen der Methode Γ steht andererseits die wesentliche Möglichkeit gegenüber, abhängige Variable simultan bestimmen zu können, ein Vorteil, der im Rahmen der Basisanalyse stets genutzt werden sollte, wenn Γ der realen Struktur der Zusammenhänge adäquat ist.

§ 19. Die Input-Output-Analyse[1]

1. Das Gleichungssystem

Angenommen, in einer für die Prognose wesentlichen *Region* seien n verschiedene Industrien vorhanden. Der Begriff "Industrie" ist hier so zu verstehen, daß von einer Industrie nur ein einziges Produkt hergestellt und dabei im wesentlichen nur ein Produktionsprozeß verwendet wird. In einer modernen Industriewirtschaft sind die n verschiedenen Industrien, bei hinreichend großer Region, miteinander durch Lieferströme verflochten, da sie nicht nur Rohstoffe und Produktionsanlagen zur Herstellung ihrer Güter von anderen Industrien beziehen, sondern weil wenigstens einige dieser n Industrien Produzenten von Rohstoffen oder Produktionsanlagen sein werden.

Nun wird davon ausgegangen, daß jede Industrie in einem gegebenen Jahr genau die Menge x_i von ihrem Gut herstellt, die von der Endnachfrage, den übrigen Indu-

[1] W. Leontief, Die Methode der Input-Output-Analyse. "Allgemeines Statistisches Archiv", München, Bd. 36 (1952). Derselbe, Structural Change. In: Studies in the Structure of the American Economy. Theoretical and Empirical Explorations in Input-Output-Analysis. W. Leontief and Others. New York 1953. Derselbe, Proposals for Better Economic Forecasting. 1964. In: Derselbe, Input-Output-Economics. New York 1966. Darüber hinaus vgl. z.B. zur Darstellung, Anwendung und Kritik der Input-Output-Methode: Bombach, Über die Möglichkeit, a.a.O. Derselbe, Kreislauftheorie und volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. "Jahrbuch für Sozialwissenschaft", Göttingen, Bd. 11 (1960), S. 332. Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O. Bonhoeffer, a.a.O. König, a.a.O. Borchardt, a.a.O., S. 582 ff. K.J. Arrow and M. Hoffenberg, A Time Series Analysis of Interindustry Demands. With the Assistance of H. Markowitz and R. Shephard. (Contributions to Economic Analysis XVII.) Amsterdam 1959. H. Ulrich, Methoden zur Vorausschätzung des Walzstahlbedarfs. "Stahl und Eisen", o.O., Jg. 80 (1960), S. 1672 f. Bassie, a.a.O., S. 546 ff. Methoden zur Vorausschätzung der Wirtschaftsentwicklung auf lange Sicht. Bericht einer Sachverständigen-Gruppe. (Statistisches Amt der europäischen Gemeinschaften, Statistische Informationen, 1960). F. Kneschaurek, Möglichkeiten und Grenzen der langfristigen Wirtschaftsprognose. "Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik", Bern, Jg. 96 (1960). H.J. Barnett, Specific Industry Output Projections. In: Long- (Fortsetzung S. 152.)

strien sowie von ihr selbst nachgefragt wird. Die *Endnachfrage* wird nun als *exogene Nachfrage* bezeichnet. Vom Produkt i der Industrie i frage die Industrie j im gegebenen Jahr die Menge y_{ij} nach, weiter sei y_{ii} die eigene Nachfrage und b_i die exogene Nachfrage nach dem Gut i, so daß geschrieben werden kann

$$(19.1) \quad x_i = y_{i1} + y_{i2} + \ldots + y_{im} + b_i.$$

Dieser Ausdruck wird als *Bilanzgleichung* der Industrie i bezeichnet.

Auf Grund der im gegebenen Jahr vorhandenen Technologie sei nun bekannt, wieviel Einheiten des Gutes i die Industrie j benötigt, um die Menge x_j des Gutes j herstellen zu können. Leontief, der die Input-Output-Analyse entwickelt hat, unterstellt, daß die vom Gut i zur Herstellung des Gutes j benötigte Menge der herzustellenden Menge des Gutes j *proportional* ist,

$$(19.2) \quad y_{ij} = a_{ij}x_j$$

$$(19.3) \quad a_{ij} = \frac{y_{ij}}{x_j}.$$

Wird Gleichung (19.2) in Gleichung (19.1) eingesetzt, so folgt nach entsprechender Umformung nach b_i

---

Range Economic Projection. By the Conference on Research in Income and Wealth, National Bureau of Economic Research. (Studies in Income and Wealth, Vol. 16.) Princeton 1954. S. 214. E. Schneider, Einführung in die Wirtschaftstheorie. T. 3: Geld, Kredit, Volkseinkommen und Beschäftigung. 6., verb. u. erw. Aufl. Tübingen 1961. S. 167 ff. L. Johansen, A Multy-Sectoral Study of Economic Growth. (Contributions to Economic Analysis XXI.) Amsterdam 1960. H. Platt, Input-Output-Analyse. (Schriften zur wirtschaftswissenschaftlichen Forschung, Bd. 6.) Meisenheim a.G. 1957. Hadley, Linear Algebra, a.a.O., S. 3 ff. - Ein anschauliches Beispiel der Verwendbarkeit dieses Instruments für die Zwecke eines einzelnen Unternehmens ist eine von der Northern Natural Gas Co., Omaha, Neb., in Zusammenarbeit mit der Iowa State University und dem Systems and Data Processing Department durchgeführte Input-Output-Analyse. Vgl. Input-Output. The Technique and its Applications. (Northern Natural Gas Co.) Marketing Division, Market Development. (Omaha 1967).

$$(19.4) \quad x_i - a_{i1}x_1 - a_{i2}x_2 - \ldots - a_{in}x_n = b_i.$$

Sämtliche n Bilanzgleichungen zusammengenommen ergeben also das Gleichungssystem

$$\begin{aligned} x_1 - a_{11}x_1 - a_{12}x_2 - \ldots - a_{1n}x_n &= b_1 \\ x_2 - a_{21}x_1 - a_{22}x_2 - \ldots - a_{2n}x_n &= b_2 \\ \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots & \\ x_n - a_{n1}x_1 - a_{n2}x_2 - \ldots - a_{nn}x_n &= b_n. \end{aligned} \tag{19.5}$$

Da in der i-ten Gleichung x_i jeweils zweimal vorkommt, kann nun folgendermaßen vereinfacht werden,

$$\begin{aligned} (1 - a_{11})x_1 - a_{12}x_2 - \ldots - a_{1n}x_n &= b_1 \\ - a_{21}x_1 + (1 - a_{22})x_2 - \ldots - a_{2n}x_n &= b_2 \\ \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots \quad \ldots & \\ - a_{n1}x_1 - a_{n2}x_2 - \ldots + (1 - a_{nn})x_n &= b_n. \end{aligned} \tag{19.6}$$

Ist die exogene Nachfrage b_i bekannt, so kann, angesichts der gegebenen und ebenfalls als bekannt unterstellten Technologie, d.h. bei bekannten a_{ij}, berechnet werden, wieviel jede Industrie der Region herstellen muß, um, über die exogene Nachfrage hinaus, die Nachfrage der übrigen Industrien und den Eigenbedarf zu decken.

Unter Verwendung der Matrizenschreibweise geht das Gleichungssystem (19.6) über in

$$(19.7) \quad (E - A)x = b,$$

und daraus folgt weiter für den Vektor x, der die Gesamtnachfrage nach den einzelnen Gütern enthält,

$$(19.8) \quad x = (E - A)^{-1}b.$$

Gleichung (19.8) kann nun dadurch gelöst werden, daß die Inverse $(E - A)^{-1}$ mit Hilfe der Gleichungen (14.2) bis (14.5) berechnet und dann mit b multipliziert wird. Bequemer ist es u.U. jedoch, unmittelbar von Gleichung (19.7) auszugehen und x mit Hilfe der Kompatibilitätsprüfung zu bestimmen, also das Verfahren

zu wählen, das bereits auf die Gleichungen (14.11) und (18.18) angewendet worden ist. Die Methode von Cholesky sowie die Orthogonalisierungsmethode können hier nicht angewandt werden, da $(E - A)$, ebenso wie bereits A bei der Methode Γ, nicht symmetrisch ist. Bei größeren Matrizen sind jedoch auch hier die beiden in den Gleichungen (14.31) bis (14.46) beschriebenen Zerlegungsverfahren anwendbar.

Wenn Matrix $(E - A)$ jedoch sehr umfangreich ist, dann ist es zweckmäßig, die besonderen Eigenschaften, die die Matrix A der Input-Output-Methode aufweist, auszunutzen, da die bisher betrachteten, auf $(E - A)$ anwendbaren Verfahren in diesem Fall zu Rundungsfehlern führen können, die das Ergebnis beeinträchtigen. Diese Gefahr des Auftretens wesentlicher Rundungsfehler wird erheblich vermindert, wenn beachtet wird, daß die Matrix A der Leontiefschen Input-Output-Analyse die Bedingungen

$$(19.9) \qquad 0 \leq a_{ij} \leq 1 \qquad \text{für alle i und j}$$

$$(19.10) \qquad \sum_{i=1}^{n} a_{ij} < 1 \qquad \text{für alle j}$$

erfüllt, so daß die Inverse folgendermaßen bestimmt werden kann[1]

$$(19.11) \qquad (E - A)^{-1} = \sum_{k=0}^{\infty} A^k = E + A + A^2 + \ldots .$$

D.h., daß die Inverse durch das Hinzuaddieren immer neuer Potenzen von A mit beliebiger Genauigkeit approximiert werden kann. Dieser Prozeß wird abgebrochen, sobald die Approximation den jeweiligen Genauigkeitsansprüchen genügt.

Wie die Methoden F^{θ} und Γ ist auch die Input-Output-Analyse ein formales Verfahren zur *Abstraktion* realer Kausalzusammenhänge. Gleichung (19.7) stellt wie Gleichung (18.6) eine empirische Formel dar. Die Methode der Abstraktion mit Hilfe der Input-Output-Analyse wird im folgenden mit dem Buchstaben Ξ symbo-

[1] Hadley, Linear Algebra, a.a.O., S. 118 f.

lisiert. Die mit Hilfe dieser Methode Ξ berechneten Abstraktionswerte der Gesamtnachfrage der einzelnen Industrien werden nun, zur Unterscheidung von den beobachteten Gesamtnachfragen x_i mit $\tilde{\xi}_i$ bezeichnet

$$(19.12) \qquad x = (\tilde{\xi}_1, \tilde{\xi}_2, \ldots, \tilde{\xi}_n)'.$$

Welche Werte die $\tilde{\xi}_i$ annehmen, hängt bei unveränderter Matrix A vom Vektor der vorgegebenen Endnachfrage b ab. Werden nun die Endnachfragen des Jahres t, t = 1,2,...,s, also die b_{it}, in b eingesetzt, so folgen aus Gleichung (19.7) unmittelbar die Gesamtnachfragen $\tilde{\xi}_{it}$ für das Jahr t. Durch schrittweises Einsetzen von Endnachfragewerten der folgenden Jahre entsteht hier, ähnlich wie bei der Methode Γ, eine abstrakte Zeitreihe.

Werden diese $\tilde{\xi}_{it}$ für alle Jahre mit den beobachteten Gesamtnachfragen, x_{it}, verglichen, so ergeben sich daraus sofort die Abstraktionsfehler der Methode Ξ, nämlich $u_{\Xi it}$.

2. Vor- und Nachteile der Input-Output-Analyse

Ähnlich wie die Methode Γ unterliegt auch die Methode Ξ einigen Beschränkungen ihrer Aussagekraft.

Eine erste wesentliche Einschränkung folgt aus der Proportionalitätsannahme (19.2). Sobald das Produktionsverfahren einer Industrie nicht eine dieser formalen Struktur hinreichend nahekommende reale Produktionsstruktur aufweist, sind die Möglichkeiten des Verfahrens Ξ ernsthaft beeinträchtigt. Diese Frage der Proportionalität ist vor Anwendung der Methode Ξ einer besonderen Prüfung zu unterziehen.

Eine zweite wesentliche Beschränkung der Methode Ξ ist ähnlicher Art wie die bei der Methode Γ betrachtete zweite Einschränkung. Das folgt daraus, daß auch bei der Methode Ξ gleichzeitig viele Zusammenhänge in das System eingehen, die alle gleichzeitig Kausalvarianten darstellen müssen, wodurch auch hier die gemeinsame Zeitspanne eingeschränkt werden kann.

Diesen Nachteilen der Methode Ξ steht jedoch der wesentliche Vorteil gegenüber, daß die zwischen den

einzelnen Industrien auftretenden Güterströme simultan ermittelt werden können. Dieser Vorteil ist so erheblich, daß die Methode Ξ stets angewendet werden sollte, wenn ihre formale Struktur den realen Gegebenheiten adäquat ist und alle notwendigen statistischen Unterlagen für die Berechnungen mit vertretbarem Aufwand beschafft werden können.

7. Kapitel: Die Kontingenz

§ 20. Die Abstraktionsfehler

1. Neutralität und numerische Genauigkeit

Bezüglich der wichtigsten in der sozialökonomischen Literatur behandelten quantitativen Abstraktionsverfahren zur Ermittlung empirischer Kausalzusammenhänge zwischen sozialökonomischen Phänomenen ist in den letzten vier Kapiteln dieser Abhandlung dargestellt worden, wie die Abstraktionswerte mit Hilfe der verschiedenen Verfahren ermittelt werden und welche Abstraktionsfehler sich dabei aus der jeweiligen Kontingenz ergeben. Nun bleibt also noch zu untersuchen, wie diese Abstraktionsfehler und damit die Kontingenzen der jeweiligen Abstraktionen ausgewertet werden können, um weitere Aufschlüsse über die Zusammenhänge und ihre Zukunftsrelevanz zu erhalten. Dabei wird im folgenden zur Vereinfachung der Darstellung die Regression mit R, und, wenn eine allgemeine Aussage über die Abstraktionsverfahren R, Γ und Ξ getroffen werden soll, die Abstraktion von sozialökonomischen Zusammenhängen mit A bezeichnet.

Zunächst fällt beim Vergleich der verschiedenen Abstraktionsverfahren auf, daß lediglich die Repräsentation formal so konstruiert worden ist, daß die Neutralität stets gewahrt ist. Hierin ist die Methode R den Methoden Γ und Ξ offenbar überlegen. Bei der Verwendung dieser beiden anderen Methoden ist es also wesentlich, die Fehlersummen $\Sigma u_{\Gamma it}$ bzw. $\Sigma u_{\Xi it}$ und damit ψ_Γ bzw. ψ_Ξ stets unter Kontrolle zu halten, um zu verhindern, daß erhebliche Verzerrungen unbemerkt bleiben. Bei der Repräsentation ist dies nicht notwendig, da die Σu_i im Rahmen der numerischen Genauigkeit stets gleich Null ist. Mit diesem Nachteil der Methoden Γ

und Ξ ist zugleich auch der verbunden, daß bei diesen beiden Methoden keine Möglichkeiten zur Kontrolle der numerischen Genauigkeit gegeben sind, die denen der Methode R entsprechen, nämlich den Nullgleichungen (9.2), (9.6), (10.24) bis (10.28), (13.17) und (13.18) sowie der Konditionszahl (14.13) und ihrem Schätzwert (14.14).

2. Der mittlere Abstraktionsfehler

Ein ebenso einfaches wie wichtiges Maß für die Abstraktionsfehler aller betrachteten Abstraktionsverfahren, und zwar z.B. auch unabhängig davon, welche Fehlerpotenzen bei der Methode R der Abstraktion zugrunde gelegt werden, ist der *mittlere absolute Abstraktionsfehler*

$$(20.1) \qquad d_A = \frac{1}{n}\Sigma|u_{iA}| \ ,$$

der ein Kriterium dafür ist, ob die Abstraktionswerte insgesamt hinreichend nahe bei den Beobachtungen liegen. Was als hinreichend angesehen werden kann, ist mit Hilfe eines entsprechenden Schwellenwertes zu bestimmen. Die mittleren absoluten Fehler der Methoden R, Γ und Ξ werden entsprechend mit den Buchstaben d, d_Γ bzw. d_Ξ bezeichnet.

Bei der Verwendung der Methode F^2 muß in Kauf genommen werden, daß d in der Regel größer ist als bei der Methode F. Dieser Nachteil der Methode F^2 wird jedoch in den Fällen, in denen sie problemadäquat ist, dadurch mehr als kompensiert, daß sie die größeren Fehler stärker reduziert als die kleinen.

3. Die Analyse der einzelnen Abstraktionsfehler[1]

Es ist aber nicht nur von Bedeutung, welchen mittleren Fehler die jeweilige Abstraktion liefert, sondern auch, wie sich die einzelnen Fehler verhalten. Da-

[1] Draper, Smith, a.a.O., S. 86 ff. Vgl. auch R.J. Freund, R.W. Vail and C.W. Clunies-Ross, Residual Analysis. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961), S. 98 ff. H. Theil and A.L. Nagar, Testing the Independence of Regression Disturbances. Ebenda, S. 793 ff.

bei ist z.B. zu beachten, welches Verhältnis zwischen dem größten und dem kleinsten Fehler besteht[1]. Wesentlich ist vor allem für die Bewertung einer Abstraktion, ob die Fehler u_{Ai}, i = 1,2,...,n, regelmäßig ansteigen, fallen oder sonst einen Verlauf zeigen, der einem einfachen Funktionsbild entspricht. In diesen Fällen ist zu prüfen, ob nicht ein anderer Funktionstyp problemadäquater ist. Diese formalen Analysen sind zwar mehr qualitativer Art, dennoch aber von großer Bedeutung für die adäquate Bewertung einer Abstraktion.

4. Der Korrelationskoeffizient

Das verbreitetste formale Kriterium zur Bewertung einer Repräsentation ist der Korrelationskoeffizient. Er ist, im Gegensatz z.B. zum mittleren Repräsentationsfehler, ein dimensionsloses Maß, das sich also auch zum Vergleich von Repräsentationen mit Phänomenen verschiedener spezifischer Größe eignet[2].

Der Korrelationskoeffizient wird auf verschiedene Weise interpretiert; m.E. ist es jedoch die im Rahmen der Repräsentation geeignetste Interpretation, ihn als Quotienten aus der Standardabweichung der Repräsentationswerte und der der Beobachtungswerte der abhängigen Variablen zu betrachten[3]

$$(20.2) \qquad r = \frac{\sigma_{\hat{y}}}{\sigma_y} ,$$

oder, noch genereller, als Quotienten aus den Längen der Vektoren[4] $\hat{y}$ und y,

---

[1] Bei der Methode F^2 ist z.B. die Streuung der Fehler, σ_u, oft wesentlich kleiner als bei der Methode F.

[2] P.G. Hoel, Introduction to Mathematical Statistics. 2nd ed. (A Wiley Publication in Mathematical Statistics.) New York, London 1960. S. 119.

[3] Ezekiel, a.a.O., S. 137. Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 126 ff.

[4] Die Identität der Gleichungen (20.2) und (20.3) ist leicht zu erkennen, wenn die Standardabweichungen in Abweichungsform geschrieben werden und n^{-1} herausgekürzt wird; vgl. Gleichung (20.9).

$$(20.3) \qquad r = \frac{|\hat{y}|}{|y|} .$$

Die gebräuchlichsten Schreibweisen für den Korrelationskoeffizienten sind jedoch

a. bei der Einfachregression in Ursprungs- bzw. Abweichungsform[1]

$$(20.4) \qquad r = \frac{\Sigma x_i y_i - \frac{1}{n}\Sigma x_i \Sigma y_i}{\{\Sigma x_i^2 - \frac{1}{n}(\Sigma x_i)^2\}^{0,5}\{\Sigma y_i^2 - \frac{1}{n}(\Sigma y_i)^2\}^{0,5}}$$

$$(20.5) \qquad r = \frac{\Sigma(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\{\Sigma(x_i - \bar{x})^2 \Sigma(y_i - \bar{y})^2\}^{0,5}} ;$$

b. bei der Mehrfachregression ist die Ursprungs- bzw. Abweichungsform[2]

$$(20.6) \qquad r = \left| \frac{a'X'y - \frac{1}{n}(\Sigma y_i)}{y'y - \frac{1}{n}(\Sigma y_i)} \right|^{0,5}$$

$$(20.7) \qquad r = \left| \frac{a'X'y}{y'y} \right|^{0,5} .$$

Es kann nun gezeigt werden, daß Gleichung (20.2) für den Fall der Einfach- bzw. Mehrfachregression mit den

[1] Johnston, a.a.O., S. 29 f. Hadley, Linear Algebra, a.a.O., S. 32 f. Derselbe, Nonlinear and Dynamic Programming. (Addison-Wesley Series in Management Science and Economics.) Reading, Mass., Palo Alto, London 1964. S. 24. Draper, Smith, a.a.O., S. 33 f. Hoel, a.a.O., S. 120. R.A. Fisher, Statistische Methoden für die Wissenschaft. Einzige autorisierte Übertragung ins Deutsche von D. Lucka. 12., neu bearb. u. erw. Aufl. Edinburgh, London 1956. S. 184 f. W.H. Kruskal, Ordinal Measures of Association. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 53 (1958), S. 817. A.M. Mood, Introduction to the Theory of Statistics. New York, Toronto, London 1950. S. 103. Vgl. in diesem Zusammenhang auch E. Wagemann, Narrenspiegel der Statistik. Die Umrisse eines statistischen Weltbildes. Hamburg 1935. S. 106 f.

[2] Johnston, a.a.O., S. 113 ff. Vgl. in diesem Zusammenhang auch W. Malenbaum, J.D. Black, The Use of the Short-Cut Graphic Method of Multiple Correlation. "The Quarterly Journal of Economics", Cambridge, Mass., Vol. LII (1938), Repr. New York 1964, S. 112.

Gleichungen (20.4) bis (20.7) identisch ist. Dabei wird zunächst von der Ursprungs- bzw. Abweichungsform der Standardabweichung ausgegangen. Daraus ergibt sich z.B. für $\hat{y}_i$

$$(20.8) \qquad \sigma_{\hat{y}} = \{\frac{1}{n}\{\Sigma\hat{y}_i^2 - \frac{1}{n}(\Sigma\hat{y}_i)^2\}\}^{0,5}$$

$$(20.9) \qquad \sigma_{\hat{y}} = \{\frac{1}{n}\Sigma(\hat{y}_i - \hat{\bar{y}})^2\}^{0,5}.$$

Für y_i werden die entsprechenden Ausdrücke gebildet. Nun wird zunächst die Identität zwischen (20.2) und (20.4) bewiesen. Dazu werden Gleichung (20.8), der entsprechende Ausdruck für y_i, sowie die Gleichungen (8.2) und (10.8) in Gleichung (20.2) eingesetzt, woraus dann nach einigen Schritten Gleichung (20.4) und damit die Identität der Gleichungen (20.2) und (20.4) folgt. Nach einer Ausmultiplikation, wie im Anschluß an Gleichung (10.18), ergibt sich die Identität der Ausdrücke (20.4) und (20.5), so daß auch die Gleichungen (20.2) und (20.5) identisch sind. Soll nun die Identität der Gleichungen (20.2) und (20.6) nachgewiesen werden, so sind außer Gleichung (20.8) auch die Ausdrücke (9.5), (13.5) und (13.15) in Gleichung (20.2) einzusetzen. Auch hier ergibt sich nach wenigen Schritten die behauptete Identität. Das gleiche gilt für die Gleichungen (20.2) und (20.7), wenn nicht von Gleichung (20.8), sondern von Gleichung (20.9) ausgegangen wird, wobei zugleich auf Gleichung (9.5) verzichtet werden kann. Damit ist bewiesen worden, daß der Korrelationskoeffizient in der Form (20.2) bzw. (20.3) allgemein für jede Art der Regression mit der Methode F^2 verwendet werden kann.

Die Repräsentation verläuft bei der Methode F^2 stets "mitten" durch die Punktwolke, woraus folgt, daß die Streuung der y_i nicht kleiner sein kann als die der $\hat{y}_i$. Beide Streuungen sind gleich, wenn die Repräsentation durch alle Beobachtungspunkte verläuft, also die Summe der Fehlerquadrate gleich Null ist. Aus diesen Überlegungen folgt, daß r bei Lösungen nach der Methode der kleinsten Quadrate stets in Bereich $0 \leqq r \leqq 1$

liegt. Dabei wird vereinbart, daß r stets positiv genommen wird.

Wie groß r mindestens sein muß, damit eine bestimmte Repräsentation bei der Basisanalyse verwendet werden kann, hängt vom jeweiligen Schwellenwert ab[1].

Wird die Gleichung (20.2) quadriert, so folgt unmittelbar

$$(20.10) \qquad r^2 = \frac{\Sigma(\hat{y}_i - \hat{\bar{y}})^2}{\Sigma(y_i - \bar{y})^2} ,$$

d.h., das Quadrat des Korrelationskoeffizienten gibt an, wieviel Prozent der Varianz der y_i sich in der Repräsentation erhalten haben[2].

Wird nun weiter Gleichung (10.13) nach $(y_i - \bar{y})$ umgeformt, quadriert und über alle i summiert, so folgt unter Beachtung von Gleichung (10.28), wenn schließlich nach $\Sigma(\hat{y}_i - \hat{\bar{y}})$ umgeformt wird

$$(20.11) \qquad \Sigma(y_i - \hat{\bar{y}})^2 = \Sigma(y_i - \bar{y})^2 - \Sigma u_i^2 .$$

Damit ergibt sich, wenn Gleichung (20.11) in Gleichung (20.10) eingesetzt wird mit

$$(20.12) \qquad r^2 = 1 - \frac{\Sigma u_i^2}{\Sigma(y_i - \bar{y})^2}$$

ein weiterer Ausdruck für den Korrelationskoeffizienten bzw. sein Quadrat, der sich zuweilen gut verwenden läßt[3].

---

[1] W. Winkler, Statistische Maße, die ungleich messen. "Allgemeines Statistisches Archiv", München, Bd. 40 (1956), S. 306 f. Ebenda, S. 309. Der Korrelationskoeffizient hat die Eigenschaft "... starke Zusammenhänge noch stärker erscheinen zu lassen, als sie in Wirklichkeit sind."

[2] Johnston, a.a.O., S. 31.

[3] Ebenda. - In diesem Ausdruck hängt der Betrag von r lediglich von Σu_i^2 ab, ist also für Σu_i^2 const. ebenfalls konstant. Daraus folgt, daß den Ellipsen konstanter Fehlerquadratsummen in den Figuren 9.1 und 9.2 *Ellipsen konstanter Korrelation* entsprechen müssen. Vgl. hierzu Förster, Egermayer, a.a.O., S. 222. Auch hier ist also wieder zu beachten, daß sich die Ellipsen auch ohne Einführung von Wahrscheinlichkeitsgesichtspunkten bestimmen lassen.

In Verallgemeinerung von Gleichung (20.2) kann der Quotient

$$(20.13) \qquad r_A = \frac{\sigma_A}{\sigma_y}$$

auch auf die Methoden Γ und Ξ angewendet werden. r_A wird im folgenden als *Abstraktionskoeffizient* bezeichnet. Der Korrelationskoeffizient r ebenso wie r_Γ bzw. r_Ξ werden als Spezialfälle von r_A aufgefaßt. r_Γ und r_Ξ bleiben nur unter der Voraussetzung zwischen 0 und 1, daß die Abstraktionen Γ bzw. Ξ im Einzelfall nicht so mangelhaft sind, daß ihre Streuung größer ist als die Streuung der Beobachtungswerte. Eine solche Abstraktion wäre in jedem Falle unzulänglich. Bei der Methode F^2 tritt dieses Problem nicht auf, da hier r in keinem Fall größer als 1 sein kann.

Die eben betrachtete Korrelation zwischen y und allen x_j gemeinsam wird üblicherweise als *multiple Korrelation* bzw. bei der Einfachregression als *Einfachkorrelation* bezeichnet. Ebenso wie bei dieser Korrelation stehen auch bei der *partiellen Korrelation*[1], bei der die "Beziehung" zwischen y und irgendeiner k-ten Variablen betrachtet werden soll, mehrere Interpretationen nebeneinander; m.E. ist im Rahmen der Repräsentation die Interpretation vorzuziehen, die in der partiellen Korrelation nichts wei-

[1] Menges, Ökonometrie, a.a.O., S. 141 ff. Förster, Egermayer, a.a.O., 130 ff. Draper, Smith, a.a.O., S. 150. Johnston, a.a.O., S. 58 ff. R.J. Foote, A Modified Doolittle Approach for Multiple and Partial Correlation and Regression. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 53 (1958), S. 133 ff. R.W. Lees and F.M. Lord, A Nomograph for Computing Partial Correlation Coefficients." Ebenda, Vol. 56 (1961), S. 995 ff. R.L. Gustafson, Partial Correlations in Regression Computations. Ebenda, S. 363 ff. In diesem Zusammenhang vergleiche auch R. Frisch, Statistical Confluence Analysis by Means of Complete Regression Systems. (Universitetets Økonomiske Institutt, Publikasjon nr. 5.) Oslo 1934. S. 5 ff. Vgl. vor allem ebenda, S. 100 ff. Zu dieser Schrift vgl.: Menges, Ökonometrie, a.a.O., S. 146 ff. J. Tinbergen, Einführung in die Ökonometrie. Mit einem Geleitwort von E. Schneider. (Sammlung Die Universität, Bd. 31.) Wien, Stuttgart 1952. S. 114 ff. Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 68 f.

ter sieht als die Einfachkorrelation zwischen den Fehlern v_i und w_i der Gleichungen (14.49) und (14.50), also

$$(20.14) \qquad r = \frac{\sigma_{\hat{v}_i}}{\sigma_{v_i}} .$$

Die Bestimmung sämtlicher zu einer Mehrfachregression gehörigen partiellen Korrelationskoeffizienten ist mit umfangreichen Berechnungen verbunden. Der Aufschluß, der sich aus diesen Berechnungen im Rahmen der Basisanalyse ergibt, ist m.E., im Vergleich mit dem damit verbundenen Aufwand, gering.

5. Der Vergleichskoeffizient

Ein einfaches Maß, daß angibt, inwieweit die Abstraktionskoeffizienten von je zwei Abstraktionsverfahren, z.B. R und Γ, übereinstimmen, ist der *Vergleichskoeffizient*

$$(20.15) \qquad \chi_{R\Gamma} = 1 - ||r| - |r_\Gamma|| ;$$

χ schwankt unter der Voraussetzung, daß z.B. Abstraktionen mit $r_\Gamma > 1$ nicht verwendet werden, zwischen 0 und 1. Der Vergleichskoeffizient ist gleich 1, wenn r und r_Γ gleich sind, und in allen übrigen Fällen um die Differenz zwischen r und r_Γ kleiner als 1, unabhängig davon, wie groß r und r_Γ sind.

§ 21. Das Wahrscheinlichkeitskalkül

1. Zeitreihen

In der Diskussion über die Kausalität wurde in dieser Abhandlung die Auffassung akzeptiert, daß sowohl die kausaltheoretische als auch die wahrscheinlichkeitstheoretische Interpretation von Zusammenhängen in der Sozialökonomie, wie in der Physik, jeweils nur eine Partialbetrachtung der Realität darstellt, so daß es aus heuristischen Gründen nicht zweckmäßig ist, von vornherein eine dieser beiden Interpretationen zugunsten der anderen aufzugeben, sondern daß es vielmehr sinn-

voll ist, möglichst beide Betrachtungsweisen zu verwenden und einander korrigieren zu lassen.

Um die Grenzen zwischen beiden Interpretationen nicht zu verwischen, sondern um sie im Gegenteil zu betonen, wurde insbesondere die Methode der kleinsten Potenzen, F^{θ}, vor allem aber ihre bedeutendste Variante, die Methode der kleinsten Quadrate, F^{2}, nicht, wie heute allgemein üblich, auf wahrscheinlichkeitstheoretische Überlegungen aufgebaut, sondern auf die wahrscheinlichkeitsfreien Prinzipien der Neutralität und des möglichst Naheliegens. Dadurch wurde deutlich, daß zur Ermittlung einer Abstraktion relevanter sozialökonomischer Kausalzusammenhänge in quantitativer Form zunächst einmal keine wahrscheinlichkeitstheoretischen Überlegungen erforderlich sind, sondern daß diese Quantifizierungsverfahren völlig unabhängig von ihnen entwickelt werden können. Auch bei der Beurteilung der Differenzen (Fehler) zwischen der jeweiligen Abstraktion und dem empirischen Zusammenhang, die sich aus der Kontingenz, also der Gesamtwirkung des Hintergrundes und der Substruktur ergeben, wurden die entsprechenden Verfahren, ebenfalls entgegen dem üblichen Vorgehen, völlig frei von Wahrscheinlichkeitsbetrachtungen dargestellt und begründet.

Nachdem auf diese Weise von wahrscheinlichkeitstheoretischen Überlegungen freie Verfahren sowohl zur Quantifizierung der sozialökonomischen Zusammenhänge als auch zur Behandlung der Kontingenz ermittelt worden sind, ist nun die Frage zu stellen, inwieweit die Wahrscheinlichkeitstheorie als Grundlage für die Quantifizierung von Zusammenhängen sowie die Beurteilung der Kontingenz verwendbar ist. Es ist also zu prüfen, ob sie in problemadäquater Weise Ergebnisse zu liefern vermag, die bis zu diesem Punkt dieser Abhandlung, d.h. ohne sie, nicht abgeleitet werden konnten. Solche Ergebnisse, die über die bisherigen hinausgingen, würden die bisher erzielten Ergebnisse durch die Hinzunahme einer zweiten, wahrscheinlichkeitstheoretischen Interpretation der sozialökonomischen Realität korrigieren und erweitern.

Für die nun folgenden Betrachtungen über die Anwendbarkeit des Wahrscheinlichkeitskalküls bei der Quantifizierung sozialökonomischer Zusammenhänge ist es von ganz besonderer Bedeutung, näher zu betrachten, von welcher Art die sozialökonomischen Phänomene sind, die als Variable bei der Quantifizierung verwendet werden.

Für eine Regression müssen, damit eine Lösung überhaupt möglich ist, mindestens so viele empirische Beobachtungen von allen expliziten Phänomenen vorhanden sein, wie Parameter zu bestimmen sind. Die Phänomene, die in die Regressionen der der Prognose zugrunde liegenden Analyse eingehen, sind jedoch in aller Regel Gesamtgrößen einer bestimmten Region, also Makrophänomene mit einer sozialökonomisch relevanten Substruktur. Bei diesen Makrophänomenen ergibt es sich also zwangsläufig, um über die notwendige Anzahl von Beobachtungen zu verfügen, daß alle expliziten Phänomene eines bestimmten Zusammenhangs zu verschiedenen Zeitpunkten, d.h. an verschiedenen Punkten der Evolution dieser Phänomene, gemessen werden müssen. Dabei ist es zweckmäßig, daß alle explizit beteiligten Phänomene in geeigneten *regelmässigen* Abständen gleichzeitig gemessen werden. Für jedes explizit beteiligte Phänomen muß also eine Beobachtungsreihe dieser Art vorliegen.

Eine in dieser Weise durch die zeitliche Reihenfolge der Beobachtungen geordnete Menge von in regelmäßigen Abständen ermittelten empirischen Beobachtungswerten eines Phänomens wird allgemein als *Zeitreihe* bezeichnet[1].

[1] M.G. Kendall and A. Stuart, The Advanced Theory of Statistics. In three Volumes. Volume 3: Design and Analysis, and Time-Series. 2nd ed. London 1968. S. 342. "Observations on a phenomenon which is moving through time generate an ordered set known as a time-series." H.L. Alder and E.B. Roessler, Introduction to Probability and Statistics. 3rd ed. San Francisco and London 1964. S. 209. "Series of successive observations of the same phenomenon over a period of time are called *time series*." G. Menges, Grundriß der Statistik. T. 1: Theorie. Köln u. Opladen 1968. S. 145. "Die Entwicklung eines wirtschaftlichen Phänomens beispielsweise wird durch Erhebungen in regelmäßigen Zeitabständen verfolgt ... Das Ergebnis ist eine statistische Zeitreihe." Förster, Egermayer, a.a.O., S. 205. (Fortsetzung S. 167.)

Es scheint allgemein gesehen zu werden, daß die Prognose auf solche Zeitreihen aufbauen muß[1]. Daher ist ihre Bedeutung für die Prognose in der Sozialöko-

---

Vgl. in diesem Zusammenhang zu den verschiedenen Aspekten von Zeitreihen: G.H. Orcutt, Toward Partial Redirection of Econometrics. "The Review of Economics and Statistics", Cambridge, Mass., Vol. XXXIV (1952), S. 196. Morgenstern, A New Look, a.a.O., S. 267 ff. Yule, Why, a.a.O., S. 1 ff. Derselbe, On the Time-Correlation Problem, with Especial Reference to the Variate-Difference Correlation Method. Ebenda, Vol. LXXXIV (1921) New Series, S. 497 ff. J. Durbin, Estimation of Parameters in Time-Series Regression Models. "Journal of the Royal Statistical Society", Series B (Methodological), London, Vol. 22 (1960), S. 139 ff. Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 325 ff. Ezekiel, a.a.O., S. 340 ff. L.R. Hafstad, On the Bartels Technique for Time-Series Analysis, and its Relation to the Analysis of Variance. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 35 (1940), S. 347 ff. (Vgl. dazu Yule, Why, a.a.O.) Goldberger, Econometric Theory, a.a.O., S. 4. S. Kuznets, On the Analysis of Time Series. "Journal of the American Statistical Association", Concord, N.H., Vol. XXIII (1928), S. 398 ff. Derselbe, On Moving Correlation of Time Sequences. Ebenda, S. 121 ff, insbesondere S. 135 f. Anderson, Probleme, a.a.O., S. 216 ff. F.M. Fisher, A priori Information and Time Series Analysis. Essays in Economic Theory and Measurement. (Contributions to Economic Analysis XXVI.) Amsterdam 1962. S. 3. E.J. Hannan, Time Series Analysis. (Methuen's Monographs on Applied Probability and Statistics.) London, New York 1960. S. 1. M.S. Bartlett, Essays on Probability and Statistics. London, New York 1962. S. 35. Bezüglich stationärer Zeitreihen vgl.: Kendall and Stuart, Vol. 3, a.a.O., S. 403 ff. U. Grenander and M. Rosenblatt, Statistical Analysis of Stationary Time Series. Stockholm 1956. S. 29 f. D. Couts, D. Grether and M. Nerlove, Forecasting Non-Stationary Economic Time Series. "Management Science", Baltimore, Md., Vol. 13, Series A (1967), S. 1. Bartlett, a.a.O., S. 49 ff. H. Wold, A Study in the Analysis of Stationary Time Series. With an Appendix by P. Whittle. 2nd ed. Stockholm 1954.

[1] Bihn, a.a.O., S. 132. "Die wissenschaftliche Zeitreihenanalyse ist zugleich die Grundlage für alle Versuche, methodisch fundierte Prognosen ... zu formulieren und ... zu quantifizieren." F. Modigliani and H.M. Weingartner, Forecasting Uses of Anticipatory Data on Investment and Sales. "The Quarterly Journal of Economics", Cambridge, Mass., Vol. LXXII (1958), S. 24. "Such a time-series analysis is the most relevant one in so far as one is interested in forecasting aggregates ..." Bassie, a.a.O., S. 55. Haavelmo, a.a.O., S. 105.

nomie immer wieder hervorgehoben worden. Zugleich stehen sie im Zentrum aller Diskussionen um die Problemadäquatheit des Wahrscheinlichkeitskalküls bei der Prognose, insbesondere bei der Prognose der langfristigen sozialökonomischen Entwicklungen, da es darauf ankommt, daß die Verfahren zur Quantifizierung von Zusammenhängen diesen Beobachtungsreihen von Evolutionsphänomenen adäquat sind.

2. Eine Kontroverse

Die Wahrscheinlichkeitstheorie, insbesondere aber ihre *Anwendung* im Rahmen der Statistik, hat bis in die Gegenwart hinein immer wieder zu - teilweise heftigen - Kontroversen geführt[1].

[1] E.J.G. Pitman, Some Remarks on Statistical Inference. In: Bernoulli (1713), Bayes (1763), Laplace (1813) Anniversary Volume. Proceedings of an International Research Seminar, Statistical Laboratory, University of California, Berkeley 1963. Ed. by J. Neyman and L.M. Le Cam. Berlin, Heidelberg, New York 1965. S. 209. "Probability and Statistics have always been highly contentious parts of science. They have been the occasion of many disputes about principles, conducted not always with cool scientific detachment and decorum ... It is in the applications of mathematics, in applied mathematics, especially where experimental testing or verification is difficult, or for the time being impossible, that the violent arguments take place ... In probability it is the principles governing the applications, especially in statistics, about which there are great differences of opinion." G. Menges, Über Wahrscheinlichkeitsinterpretationen. "Statistische Hefte", Frankfurt/M., Jg. 6 (1965), S. 81 ff. Menges bezeichnet seinen Beitrag auf S. 94 als "... vorläufigen Beitrag zu einem höchst kontroversen Problem .." Ebenda, S. 95. "Ich habe den Eindruck, daß die Konfusion über die Deutung des Wahrscheinlichkeitsbegriffs sich zu einem wissenschaftlichen Skandal ausgeweitet hat." Ein geeignetes Beispiel für die Diskussion über die Grundlagen der Wahrscheinlichkeitstheorie ist m.E. z.B.: L. v. Bortkiewicz, Die erkenntnistheoretischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. "Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik", Jena, III. Folge, Bd. 17 (1899), S. 230 ff. Ebenda, S. 230. "Kontroversen, die sich an die Wahrscheinlichkeitsrechnung anknüpfen, betreffen nicht den mathematischen Inhalt ihrer Lehrsätze, sondern die erkenntnistheoretische Deutung derselben." Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 325 f. Ebenda, S. 325. "The attitudes of research workers toward regression analysis of time series have varied between widely separated extremes."

Für die Überlegung, ob die formale Struktur der Wahrscheinlichkeitstheorie der realen Struktur der sozialökonomischen Evolution adäquat ist, genügt es jedoch, lediglich eine dieser Kontroversen zu behandeln, nämlich jene, welche sich mit der *Anzahl* der in eine mit Hilfe der Methode F^2 durchgeführten Regression eingehenden *Beobachtungen* auseinandersetzt. Die Beschränkung auf diesen Meinungsstreit stellt keineswegs eine zu weit getriebene Vereinfachung dar, da alle wahrscheinlichkeitstheoretischen Instrumente bezüglich ihrer Anwendbarkeit unmittelbar vom Ergebnis der Überlegungen zu dieser Auseinandersetzung abhängen. Bei dieser Streitfrage stehen sich im wesentlichen zwei Auffassungen gegenüber:

a. Die herrschende Auffassung geht auf Grund formaler, wahrscheinlichkeitstheoretischer Forderungen davon aus, daß bei der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen sozialökonomischen Zeitreihen die Ergebnisse die Realität *um so zutreffender und genauer* wiedergeben, *je grösser die Anzahl der Beobachtungen* in den einzelnen Reihen ist[1], mit anderen Worten, je länger der Zeitraum

[1] Kuhlo, in der Wiedergabe Borchardts, a.a.O., S. 533. "Die Ökonometriker seien auf sie ("die langen Reihen") angewiesen, da ein ökonometrisches Modell nur auf der Basis solcher langen Reihen aufgebaut werden könnte. Die langen Reihen erhöhten ja den Umfang der Stichprobe ... Für die Prognose auf 20 Jahre brauche man die Diagnose des Wachstums der langfristigen Vergangenheit, also auch die langfristigen Reihen." Kramer, ebenda, S. 536. "Der Ökonometriker benötige sie (die "langen Reihen") für ... Wachstumsmodelle, weil man ja auf Grund der Kenntnis der Vergangenheit prognostiziere, kurze Reihen aber zu große Fehler enthalten können." König, ebenda, S. 574. "... Zahl der Beobachtungen vergrößert .., weil man den Standardfehler verkleinern wollte ..." O. Morgenstern, Über die Genauigkeit wirtschaftlicher Beobachtungen. 2., völlig neu bearb. u. erw. Aufl. Übersetzt aus dem Amerikanischen von E. Schlecht. Wien, Würzburg 1965. S. 13. G. Menges und H. Diehl, Das Stabilitätsproblem in der Ökonometrie. "Statistische Hefte", Frankfurt/M., Jg. 6 (1965), S. 40. "In der Tat streben zahlreiche praktizierende Ökonometriker danach, ihren Strukturschätzungen *möglichst lange Beobachtungszeiträume* zugrundezulegen. Dieses Streben ist ... vernünftig im Hinblick auf die Erhöhung der Schätzgenauigkeit und (damit im Zusammenhang) die Verbes- (Fortsetzung S. 170.)

ist, aus dem die Messungen der Phänomene entnommen worden sind.

b. Der wesentlichste Gesichtspunkt der an dieser Auffassung geübten Kritik besteht in dem Hinweis, daß die von der herrschenden Auffassung verwendete wahrscheinlichkeitstheoretische Verfahrensweise dazu führe, daß auf "*fremde Strukturepochen*" zurückgegriffen wird[1].

---

serung der Identifikation." (Hervorhebung von mir.) Förster, Egermayer, a.a.O., S. 205. "Je kleiner die Anzahl der zu korrelierenden Werte, desto unsicherer ist die Aussage der Korrelations- und Regressionskoeffizienten." Kuhlo, a.a.O., S. 217. "*Tendenziell* wird damit auch ein längerer Untersuchungszeitraum in der Vergangenheit die Möglichkeiten langfristiger Projektionen verbessern." (Hervorhebung von mir.) Yule, Why, a.a.O., S. 39 "... the true value of the correlation between the series that would be given by long experience over an indefinitely extended time." Ebenda, S. 13. Ebenda, S. 53. "It appeared that small samples (in time) of such functions tended to give us correlations departing as far as possible from the truth ..." G. Menges, Vorausschätzung mit Hilfe ökonometrischer Modelle. "Allgemeines Statistisches Archiv", Göttingen, Bd. 51 (1967), S. 52. Arrow and Hoffenberg, a.a.O., S. 14. Bihn, a.a.O., S. 139. H. Hotelling, The Selection of Variates for Use in Prediction with some Comments on the General Problem of Nuisance Parameters. "The Annals of Mathematical Statistics", Baltimore, Md., Vol. XI (1940), S. 271. Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 416. "In the universes to which least-squares regression equations apply, we can reduce the standard errors of our estimates of universe parameters indefinitely by increasing the number of observations in our sample."

[1] Bombach, in der Wiedergabe Borchardts, a.a.O., S. 533. ".. Bombach machte ausdrücklich auf die Äußerung von Kuhlo aufmerksam ...: man brauche lange Reihen, um den Stichprobenfehler klein zu machen. Und man nehme dann selbst den Rückgriff auf fremde *Strukturepochen* in Kauf." Derselbe, ebenda, S. 536. ".. Bombach hielt es nochmals *für bedenklich, die Reihen lang zu machen, um Schätzfehler zu verringern, und dann uralte Jahrgänge mit anderen institutionellen Verhältnissen hereinzunehmen.*" (Hervorhebung von mir.) Vgl. auch Anderson, ebenda, S. 537. ".. Anderson zeigte sich als Statistiker ebenfalls skeptisch hinsichtlich der Forderung, die Zahl der Beobachtungen groß zu machen, wenn die Zahlen, die so in die Reihen kommen, unvernünftig sind." Kneschaurek, ebenda. "Kneschaurek schloß sich hieran an mit der Bemerkung, daß man üblicherweise un- (Fortsetzung S. 171.)

3. Die Prüfung der Kompatibilität der Strukturen

Die Kritik an dem Bestreben, möglichst lange Zeitreihen zu verwenden, richtet sich nicht gegen die mathematischen Sätze der Wahrscheinlichkeitstheorie[1], sondern, wie sich aus dem Hinweis auf die "fremden Strukturepochen" ergibt, gegen die *Anwendung* dieser Sätze auf die Quantifizierung von Zusammenhängen zwischen sozialökonomischen Evolutionsphänomenen. D.h., die Kritik würde die Verwendung möglichst langer Zeitreihen akzeptieren, wenn die Kompatibilität von realer und formaler Struktur nachgewiesen werden könnte. Da aber gerade die Möglichkeit dieses Nachweises bezwei-

---

terstelle, eine Zeitreihe mit dem geringsten Schätzfehler in der Vergangenheit sei für die Prognose so besonders gut geeignet. Das aber sei unbewiesen." Vgl. in diesem Zusammenhang auch R. Ferber, A Study of Aggregate Consumption Functions. (National Bureau of Economic Research, Technical Paper 8.) New York 1953. S. 60. Kneschaurek, in der Wiedergabe Borchardts, a.a.O., S. 563. "... Bedenken, daß lange Reihen nicht das Resultat verbessern, nur weil sie lang sind. Selbst Untersuchungen in der Schweiz ... hätten die Unbrauchbarkeit von Zwischenkriegszahlen ergeben." Anderson, ebenda, S. 574. "In bezug auf Zeitreihen sei es in der Tat zweifelhaft, ob die Voraussetzungen des mathematischen Korrelations- und Regressionsmodells real in der Sozialökonomik vorliegen." Kuhlo, ebenda, S. 575. "Selbstverständlich ersetze kein Test das fehlende Wissen über die Zukunft der Struktur ..." Kramer, ebenda. "... schwache Stelle (der) Projektionen .., nämlich die Hypothese, daß die beobachteten Werte einer Zeitreihe Zufallsvariable sind. Ohne diese Hypothese könne man jedoch nicht arbeiten ..." König, ebenda. ".. König bestritt, daß man ohne die Stichprobentheorie nicht arbeiten könnte ... Da .. die statistischen Prüfverfahren bis heute nicht viel geholfen haben, könnte man sie wohl entbehren." Morgenstern, A New Look, a.a.O., S. 271. Menges, Die ökonometrische Struktur, a.a.O., S. 1004. Derselbe, Statistik und Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 58. Derselbe, Vorausschätzung, a.a.O., S. 51. Derselbe und Diehl, a.a.O., S. 40 f. Åkerman, Synthese, a.a.O., S. 169. Kuhn, a.a.O., S. 137.

[1] Vgl. in diesem Zusammenhang noch einmal v. Bortkiewicz, Die erkenntnistheoretischen Grundlagen, a.a.O., S. 230. Da die Kritik sich nicht gegen die mathematischen Sätze der Wahrscheinlichkeitstheorie richtet, kann auf eine Darstellung der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie verzichtet werden. Sie wird in der folgenden Diskussion vorausgesetzt.

felt wird, ist nun zu prüfen, ob der herrschenden Meinung oder ihren Kritikern zuzustimmen ist, denn ohne eine solche Prüfung kann nicht ausgeschlossen werden, daß sich die Anwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie auf Zeitreihen "auf unrichtige Voraussetzungen stützt"[1].

[1] Cantor, a.a.O., S. 365 f. "Jede Wissenschaft, welche sich ... auf Begriffe ... stützt, die ... eine gewisse reale Gültigkeit in Anspruch nehmen, so daß die Resultate der Rechnung eine Anwendung auf die Wirklichkeit erhalten sollen, ... erfordert nach Inhalt und Umfang eine philosophische Kritik. Die Mathematiker beschränken sich freilich in den meisten Fällen bei der Herleitung der Grundbegriffe, wie *mathematische Wahrscheinlichkeit* ..., auf synthetische Begriffserklärungen, die Bedingungen ihrer Anwendbarkeit werden oft als etwas Selbstverständliches nicht weiter erörtert. Um die fundamentalen Sätze, wie z.B. den für die Wahrscheinlichkeit zusammengesetzter Ereignisse zu beweisen, wird ein konkreter Fall, wie etwa der einer Urne mit schwarzen und weißen Kugeln behandelt; und es wird manchmal stillschweigend die Richtigkeit derartiger Sätze auf Fälle übertragen, in welchen ihre Gültigkeit zumindest zweifelhaft ist. Nirgends ist die Gelegenheit in dem Grade vorhanden wie hier, die Kunst der Analysis in glänzender Weise zu entfalten; aber auch nirgends tritt der Fall häufiger auf, daß die mit Scharfsinn durchgeführte Rechnung von gar keinem Werte ist, weil sie sich auf unrichtige Voraussetzungen stützt. Die Wahrscheinlichkeitsrechnung hat also stets ... eine Erörterung nötig, worin die Gültigkeit ihrer Berechnungen genau festgelegt wird." Åkerman, Synthese, a.a.O., S. 169. "Man pflegt auf diese Tatsache hinzuweisen, aber wirklich zu deuten, *was* die Wahrscheinlichkeitslehre bei der Zusammenstellung von Zeitserien besagt, ist unseres Wissens nicht unternommen worden ... Und doch könnte man behaupten, dass erst, wenn diese Probleme durchgearbeitet sind, auf dem Wege der Ökonometrie weitergegangen werden kann." (Hervorhebung durch den zitierten Autor.) J. Taubes, Four Ages of Reason. For Max Horkheimer on His Sixtieth Birthday 1955. "Archiv für Rechts- und Sozialphilosophie", Neuwied/Rh. u. Berlin, Bd. XLII (1956), S. 2. "Mathematical theory abstracts from questions concerning the possible reality of its objects ... It becomes, however, grotesque in the formal sciences in the moment when such formal structures are established as a realm in itself, as a reality in itself." "The separate realms begin to act as fetishes that control their own maker." P.H. Furfey and J.F. Daly, The Interpretation of the Product-Moment Correlation Coefficient. (The Catholic University of America Research Monographs, Vol. VIII, No. 4.) Washington, D.C., 1934. S. 16. Die Autoren wenden sich hier gegen die mangelhafte Überprüfung der Anwendbarkeit formaler wahrscheinlichkeitstheoretischer Verfahren.

Für eine solche Prüfung hinsichtlich der hier zu diskutierenden Kontroverse bieten sich zwei adäquate Ansätze an, zum einen ein *theoretischer* Ansatz, der sich auf die Kausaltheorie stützt, und zum anderen ein *empirischer*, der von der Beobachtung und Analyse der realen sozialökonomischen Evolution ausgeht.

Das für die hier angestrebte Prüfung wesentlichste Ergebnis der in dieser Abhandlung akzeptierten Kausaltheorie besteht darin, daß jedes Phänomen, von seiner Beschaffenheit zu einem bestimmten Zeitpunkt aus gesehen, im Zeitablauf durch die Wirkungen der irreversiblen Evolution des Hintergrundes und der Substruktur zunehmend an *Identität* mit sich selbst *verliert*[1]. Durch diesen Vorgang wird bewirkt, daß einerseits Phänomene, die, bezogen auf einen vorgegebenen Schwellenwert, für einige Zeit autonom waren, schließlich als Gattung völlig verschwinden, und andererseits neue Phänomene entstehen, die ebenfalls für einige Zeit autonom sind. Aus diesen qualitativen und quantitativen permanenten Veränderungen der Struktur der Menge aller Phänomene ergibt sich notwendigerweise die zeitlich begrenzte Relevanz von Zusammenhängen zwischen Phänomenen, also von Kausalgesetzen.

Wird dieses Ergebnis hinsichtlich seiner Bedeutung für die Prognose untersucht, so ergibt sich, daß die jüngsten Erscheinungsformen der *grundlegenden*[2] Evolutionsphänomene und ihre entsprechenden Kausalvarianten die größte Identität mit denen der Phänomene bzw. Zusammenhänge der weiteren Entwicklung aufweisen müssen, während diese Identität, und damit die Aussagekraft für die Zukunft, notwendigerweise in dem Maße abnimmt, in dem Beobachtungen grundlegender Phänomene und ihre

[1] Identität kann bei Veränderung offenbar nur ab-, aber nicht zunehmen.

[2] Dazu gehören nach den Überlegungen zur sozialökonomischen Evolution der letzten 200 Jahre insbesondere der technische Fortschritt, die Verhaltensweisen, der Produktionsapparat, die Bevölkerung etc.

entsprechenden Zusammenhänge weiter in der Vergangenheit zurückliegen.

Die kausaltheoretischen Überlegungen führen also zu dem Schluß, daß eine empirische Formel, d.h. die Quantifizierung eines empirischen Zusammenhangs, durch die Hinzunahme immer älterer Beobachtungswerte der betreffenden expliziten Phänomene an Bedeutung für die Prognose nur verlieren, aber nicht gewinnen kann. Dieses Ergebnis steht zu dem Satz der Wahrscheinlichkeitstheorie, daß die Hinzunahme weiterer, d.h. aber bei Zeitreihen von Makrophänomenen: älterer Beobachtungen, die "Aussagekraft" dieser Quantifizierung für die Prognose verbessern müßte[1], in Widerspruch.

Das für die Prüfung der Kompatibilität wesentlichste Ergebnis der Untersuchung der sozialökonomischen Evolution besteht in der Feststellung der zunehmenden Komplexität dieser Evolution, die sich während der letzten 200 Jahre, besonders aber seit dem zweiten Weltkrieg, beobachten läßt, und die darin besteht, daß die Zahl der während der Evolution neu auftretenden Phänomene die Anzahl der aus ihr verschwindenden Phänomene übersteigt. Dieses Ergebnis führt zu dem empirisch begründeten Schluß, daß Ereignisse desto irrelevanter für die Erhellung zukünftiger Entwicklungen sind, je weiter diese in der Vergangenheit zurückliegen.

Dieses Ergebnis wird aus der Sicht der Kausaltheorie verständlich, wenn beachtet wird, daß diese zunehmende Komplexität nichts anderes bedeutet als wesentliche Veränderungen der Substruktur und des Hintergrundes, also zunehmend bedeutendere Veränderungen von Zusammenhängen zwischen sozialökonomischen Evolutions-

---

[1] Etwa bei der Berechnung von Konfidenzintervallen, vgl. z.B. Draper, Smith, a.a.O., S. 18 ff. Ebenda, S. 64 ff. Linnik, a.a.O., S. 140 f. Johnston, a.a.O., S. 118. Vgl. auch R.G. Miller, jr., Simultaneous Statistical Inference. (McGraw-Hill Series in Probability and Statistics.) New York 1966. S. 114. Geometrische Darstellungen dazu vgl. z.B. in Draper, Smith, a.a.O., S. 23. H. Freeman, Introduction to Statistical Inference. Reading, Mass., Palo Alto, London 1963. S. 343.

phänomenen[1].

Daraus folgt, daß sich sowohl auf Grund kausaltheoretischer Überlegungen als auch auf Grund empirischer Evolutionsbetrachtungen ergibt, daß sich die formale Struktur der Wahrscheinlichkeitstheorie und die reale Struktur der sozialökonomischen Evolution, und damit die reale Struktur der Zusammenhänge zwischen sozialökonomischen Zeitreihen, nicht nur graduell, sondern *grundsätzlich* widersprechen und damit völlig *inkompatibel* sind. Die Kontingenz tritt also im Rahmen der Regressionsanalyse von Zeitreihen nicht in der Form des Zufalls auf, wie ihn die mathematische Wahrscheinlichkeitstheorie interpretiert, und die in die Regression

[1]Diese Änderungen werden also nicht erst dann bedeutsam, wenn die Schwelle einer Strukturepoche überschritten wird, sondern wirken sich bereits innerhalb einer Strukturepoche aus, so daß auch innerhalb der Grenzen einer Strukturepoche die Vergrößerung der Anzahl der Beobachtungen nicht gleichbedeutend mit einer Verbesserung der Quantifizierung ist. Bezogen auf die Verwendung der Quantifizierungen von Zusammenhängen für die spätere Prognose ist schon hier vor allem zu beachten, daß längere Strukturepochen keineswegs wegen ihrer größeren Anzahl von Beobachtungen von größerer Bedeutung für die Prognose sind als relativ kürzere. Das folgt daraus, daß bereits für eine größere Anzahl von Jahren innerhalb vorgegebener Schwellenwerte relevante Zusammenhänge innerhalb weniger Jahre ihre Relevanz auf Grund der zunehmenden Komplexität verlieren können, während noch relativ kurze, aber bereits gut erkennbare Zusammenhänge auf Grund von Leitraumuntersuchungen aller Voraussicht nach bereits wesentlich auf neue Phänomene zurückgehen können, die noch für längere Zeit ihre Relevanz beibehalten werden. In aller Regel sind daher kürzere Zeitreihen für die Prognose bedeutungsvoller. Vgl. dazu auch noch einmal die Aussage von Kneschaurek, in der Wiedergabe Borchardts, a.a.O., S. 537. Der Vorschlag, die Anzahl der Beobachtungen dadurch zu erhöhen, daß innerhalb eines festen Zeitraumes die Messungen in kürzeren zeitlichen Abständen vorgenommen werden, vgl. Kramer, in der Wiedergabe Borchardts, a.a.O., S. 536, Bihn, a.a.O., S. 139, führt nicht zum Ziel, da damit die Zukunftsrelevanz nicht erhöht werden kann; daher ist m.E. dieser Vorschlag durch Bombach, in der Wiedergabe Borchardts, a.a.O., S. 537, zu Recht kritisiert worden: "Was die Untergliederung der Zeit betrifft, mit der man die Zahl der "Beobachtungen" erhöht, so könne man ja gleich auf Wochen übergehen und erhalte dann für 2 Jahre 100 Beobachtungen. Wenn auch der Schätzfehler dann null wird, sei das Verfahren sehr fragwürdig."

eingehenden Beobachtungen stellen keine Stichprobenwerte sowie die Regressionswerte keine Schätzwerte dar[1]. Bei Zusammenhängen zwischen sozialökonomischen Zeitreihen können also stets nur wahrscheinlichkeitsfreie Repräsentationen, nicht aber wahrscheinlichkeitstheoretische Schätzungen problemadäquat sein, so daß die Wahrscheinlichkeitstheorie hier weder zur Begründung der Methode F^2 noch zur Beurteilung der Differenzen zwischen dieser und den Beobachtungen verwendet werden kann, also in dieser Hinsicht aus den Methoden der Basisanalyse zur Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen völlig zu eliminieren ist[2].

Die Prüfung der Kompatibilität der Strukturen führt also zu dem Ergebnis, daß bezüglich der hier diskutierten Kontroverse nicht der herrschenden Meinung, sondern ihren Kritikern zuzustimmen ist.

Damit entfällt bei der Quantifizierung von Zusammenhängen zwischen sozialökonomischen Zeitreihen, d.h. bei Evolutionsphänomenen, die Möglichkeit, die kausaltheoretische Partialbetrachtung durch die wahrscheinlichkeitstheoretische Partialbetrachtung zu erweitern und zu korrigieren.

4. Einige Konsequenzen

Die Frage ist nun, welche Konsequenzen es für die Quantifizierung von Zusammenhängen zwischen Evolutionsphänomenen hat, daß die Wahrscheinlichkeitstheorie völlig unanwendbar ist.

Zunächst ist von Bedeutung, daß die Gleichungen zur Bestimmung der Regressionsparameter der Methode F^2 sowie der Fehlermaße, gleichgültig, ob sie auf wahrscheinlichkeitstheoretischen Überlegungen oder auf die Prinzipien der Neutralität und des möglichst Nahe-

[1] Vgl. Bombach, in der Wiedergabe Borchardts, a.a.O., S. 536 f.

[2] Der Auffassung von Bassie, a.a.O., S. 56, daß die Wahrscheinlichkeitstheorie zwar streng logisch nicht auf Zeitreihen anwendbar sei, dennoch aber nützliche näherungsweise Ergebnisse liefere, kann daher nicht zugestimmt werden. Vgl. auch Ezekiel, a.a.O., S. 340.

liegens aufgebaut werden, in dem Sinne identisch sind, daß sie zu den gleichen numerischen Werten führen. Der Unterschied liegt lediglich in der Interpretation der eingegebenen sowie der berechneten Werte, nämlich darin, daß sie im einen Fall wahrscheinlichkeitstheoretisch interpretiert werden und im anderen nicht.

Dadurch, daß weder die Beobachtungswerte noch die berechneten Werte wahrscheinlichkeitstheoretisch interpretiert werden, besteht jedoch keine Möglichkeit mehr, wahrscheinlichkeitstheoretische Aussagen über das Ausmaß bzw. die Wahrscheinlichkeit von Abweichungen von beobachteten bzw. zukünftigen Werten von der Regressionskurve, oder Aussagen über die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens von Zusammenhängen zu machen. Der Verlust, der der Basisanalyse aus der Unmöglichkeit erwächst, problemadäquate Aussagen dieser Art zu treffen, ist jedoch m.E. ziemlich gering, wenn beachtet wird, daß auch die Anhänger der herrschenden Meinung nicht davon ausgehen, daß die wahrscheinlichkeitstheoretischen Ergebnisse keiner weiteren Überprüfung durch andere Überlegungen mehr bedürfen, sondern daß sie eine solche Überprüfung für durchaus notwendig halten[1]. Dabei ergeben sich unter anderem, wenn eine wahrscheinlichkeitstheoretische Behandlung von sozialökonomischen Zeitreihen grundsätzlich für möglich und nützlich gehalten wird, insbesondere die Probleme der Autokorrelation, der Multikollinearität und der Heteroskedastizität mit ihren speziellen Auswirkungen auf wahrscheinlichkeitstheoretische Aussagen[2]. Diese Probleme entfallen bei der wahrscheinlichkeitsfreien Repräsentation von Zusammenhängen. Sie stellen also, wenn die völlige Inkompatibilität der Wahrscheinlichkeitstheorie akzeptiert wird,

[1]Vgl. z.B. noch einmal Kuhlo, in der Wiedergabe Borchardts, a.a.O., S. 575. "Selbstverständlich ersetze kein Test das fehlende Wissen über die Zukunft der Struktur ..."

[2]Vgl. z.B. Johnston, a.a.O., S. 177 ff. Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 334 ff. Förster, Egermayer, a.a.O., S. 207 ff. Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 116.

lediglich Scheinprobleme dar, die aus der Auffassung resultieren, daß zwischen der Struktur der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Struktur der sozialökonomischen Evolution nur graduelle Unterschiede bestehen.

Darüber hinaus ist es von Bedeutung, daß, m.E., die wahrscheinlichkeitstheoretische Interpretation von Zusammenhängen zwischen sozialökonomischen Zeitreihen die Diskussion nichtlinearer Funktionen behindert[1], vor allem aber die Entwicklung anderer Methoden neben der Methode F^2 nahezu völlig unterbunden hat. Aus diesen Gründen, zugleich aber auch dadurch, daß sie eingehendere Untersuchungen der sozialökonomischen Evolution sowie der sozialökonomischen Kausalität überflüssig zu machen scheint, hat sie m.E. die Entwicklung der Methoden der Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen behindert, so daß der Verzicht auf die Wahrscheinlichkeitstheorie nur positive Konsequenzen haben kann.

---

[1]Vgl. z.B. Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 65 f.

3. Teil: Die Erstellung der Prognose

8. Kapitel: Die Basisanalyse

§ 22. Der Basisraum

1. Einige einleitende Betrachtungen zur Erstellung von Prognosen

Nachdem die theoretischen und empirischen Grundlagen der Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen betrachtet und die wichtigsten zur Verfügung stehenden mathematischen Abstraktionsinstrumente einzeln auf ihre formalen Eigenschaften und deren Strukturkompatibilität untersucht worden sind, stellt sich nun die Frage, wie diejenigen unter diesen Instrumenten, deren formale Struktur den Anforderungen der Realstruktur entsprach, zur Erstellung von Prognosen herangezogen werden können. Bei der Beantwortung dieser Frage sind offenbar die in den beiden ersten Teilen dieser Abhandlung erzielten Ergebnisse miteinander zu verbinden, denn allein aus der formalen Beschaffenheit der strukturadäquaten Instrumente folgt noch nicht, wie sie anzuwenden sind, sondern die Frage nach der Art und Weise der Anwendung dieser Instrumente erfordert, daß erneut auf die Merkmale der Kausalität und der Evolution zurückgegriffen wird, da die durch die Art und Weise der Anwendung dieser Instrumente bestimmte Ermittlung von Prognosen, ebenso wie jedes einzelne Instrument, strukturadäquat sein muß.

Es ist zweckmäßig, die Erstellung von Prognosen in drei Schritten vorzunehmen. Im ersten Schritt wird

versucht, die für die jeweilige Prognose notwendigen Kausal- und Evolutionsvarianten mit Hilfe von aus der Vergangenheit entnommenen Beobachtungen zu ermitteln. Dieser Teil der Prognosearbeit, der der Ermittlung der empirischen Ausgangssituation der zukünftigen Entwicklungen dient, wird als *Basisanalyse* bezeichnet. Im zweiten Schritt ist zu untersuchen, zu welchen Ergebnissen es führt, wenn die im Rahmen der Basisanalyse ermittelten Kausal- und Evolutionsvarianten in die Zukunft hinein verlängert werden und im dritten Teil ist schließlich zu prüfen, ob diese Verlängerungen der bisherigen Entwicklungen auch als zukunftsrelevant akzeptiert werden können.

Wird nun zunächst betrachtet, vor welchen Aufgaben die Basisanalyse steht, so ergibt sich, daß sie, um, bezogen auf einen bestimmten geographischen Raum, empirische Kausal- und Evolutionsvarianten bestimmen zu können, angesichts der Merkmale der Kausalität und der Evolution die Fragen beantworten muß, wann das gegenwärtige homogene Zeitintervall begann, von welcher Bedeutung die Substruktur der expliziten Phänomene ist und welchen Einfluß der Hintergrund ausübt.

Da eine für ein Unternehmen zu erstellende Prognose der langfristigen Nachfrage nach Leistungen dieses Unternehmens nicht einer rein wissenschaftlichen, modelltheoretischen Erörterung dient, sondern eine tragfähige Grundlage für konkrete geschäftspolitische Entscheidungen darstellen soll, ist von solchen Prognosen zu verlangen, daß sie bei allen Zusammenhängen, die für die Prognose wesentlich sind, nicht auf empirisch ungeprüfte Annahmen aufbaut, sondern auf empirische Tatbestände sowie daraus abgeleitete Ergebnisse. Eine in diesem Sinne verstandene *Minimierung der Anzahl der* in die Basisanalyse eingehenden *empirisch nicht überprüften Hypothesen* ist eine wesentliche

Forderung, die an Prognosen dieser Art zu stellen ist[1].

Bevor nun mit der Untersuchung begonnen wird, auf welche Weise die problemadäquate Ermittlung von Kausal- und Evolutionsvarianten durchgeführt werden kann, ist es zweckmäßig, zunächst die Anforderungen etwas näher zu betrachten, die an die geographische Region zu stellen sind, deren statistische Daten in die Berechnungen, die mit Hilfe der im zweiten Teil dieser Abhandlung diskutierten Instrumente durchzuführen sind, eingehen.

2. Prognoseraum und Basisraum

Jeder Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen, wie z.B. der langfristigen Nachfrage, liegt eine bestimmte Region zugrunde, die das Interessengebiet des jeweiligen Unternehmens bildet. Da die Prognose für dieses Gebiet zu erstellen ist, wird es im folgenden als *Prognoseraum*[2] bezeichnet. In der Regel kann dieser Prognoseraum nicht so als geographische Grundlage der Analyse übernommen werden, wie er auf Grund geschäftspolitischer Überlegungen umrissen worden ist. Das ergibt sich aus den beiden folgenden Gründen:

a. In vielen Fällen läßt sich das vorgegebene Interessengebiet nicht selbständig analysieren, weil es so eng mit benachbarten Regionen verbunden ist, daß es in seiner Entwicklung wesentlich von diesen abhängt. Eine auf das Interessengebiet beschränkte Analyse würde also in der Regel zu Fehlschlüssen führen. Das Interessengebiet muß also derart um weitere Regionen ergänzt werden, daß die Entwicklungen, die bei einer auf das Interessengebiet beschränkten Untersuchung kryptometamorph blie-

[1] Daß die Notwendigkeit, die Anzahl der unüberprüften Hypothesen möglichst klein zu halten, in der Praxis gesehen wird, geht z.B. aus folgenden Äußerungen hervor: R.B. Smith, Increasing Forecast Accuracy Through Good Organization. In: Sales Forecasting, a.a.O., S. 39. "There are enough assumptions that *must* be made, so it is conducive to forecast accuracy to keep the total number of untested assumptions to an absolute minimum." (Hervorhebung durch den zitierten Autor.)

[2] C. Kapferer und W.K.A. Disch, Absatzprognose. (Veröffentlichungen des Hamburgischen Welt-Wirtschafts-Archiv, Kompendium der Absatzwirtschaft, Bd. 8.) Köln u. Opladen 1966. S. 18.

ben, in phanerometamorphe Entwicklungen überführt werden können. Ein Gebiet, das dies ermöglicht, ist dadurch gekennzeichnet, daß es im Sinne einer geeigneten sozialökonomischen *Raumtheorie* ein im wesentlichen selbständig interpretierbares geographisches Gebilde darstellt. Die Erstellung einer Prognose für das Interessengebiet erfordert also, daß zunächst eine Prognose für dieses umfassendere geographische Gebilde aufgestellt wird. Dieses Gebiet wird als *Basisraum* bezeichnet. Der Prognoseraum stellt also nur das Kerngebiet dieses Raumes dar, der außer ihm noch die aus den dargelegten Gründen notwendigen Ergänzungsgebiete umfaßt.

Eine Raumtheorie, die bei der Ermittlung des Prognoseraumes von großem Nutzen sein kann, ist z.B. die von Predöhl[1], welche zwar für weltwirtschaftliche Zusammenhänge entwickelt wurde, sich aber als so flexibel erweist, daß sowohl ihr begriffliches Instrumentarium als auch ihre grundlegende Argumentation auf kleinere räumliche Gebilde angewendet werden kann. Teile eines Ballungskernes oder eines Ballungsrandes, im Sinne dieser Raumtheorie, können offenbar keine selbständig interpretierbaren Regionen sein. Entwicklungen, die sich auf Grund einer Analyse dieser Teilgebiete weder klar erkennen, noch sinnvoll interpretieren lassen, erweisen sich nach einer Untersuchung des gesamten Kern-Rand-Systems meist als gut erkennbar.

b. Selbst wenn der Prognoseraum nicht aus raumtheoretischen Gründen erweitert werden muß, ergibt sich vielfach aus einem weiteren, von diesem ganz un-

---

[1] A. Predöhl, Außenwirtschaft. Weltwirtschaft, Handelspolitik und Währungspolitik. (Grundriß der Sozialwissenschaft, Bd. 17.) Göttingen 1949. S. 21 u. passim. Derselbe, Das Ende der Weltwirtschaftskrise. Eine Einführung in die Probleme der Weltwirtschaft. (rowohlts deutsche enzyklopädie, Bd. 161.) Reinbek bei Hamburg 1962. S. 73 ff. Derselbe, Verkehrspolitik, a.a.O., S. 9 ff. Vgl. in diesem Zusammenhang auch Jürgensen in: H. Jürgensen, Regionalpolitik im Ballungsraum. Das Beispiel der Hamburger Wirtschaftsregion. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 44 (1964), passim. A. und M. Jacobs, Die Berechnung der Marktnachfrage. Amtliche Statistik im Dienste der Nachfrageanalyse. (Veröffentlichungen des Hamburgischen Welt-Wirtschafts-Archivs, Absatzwirtschaft, Bd. 5.) Köln u. Opladen 1968. S. 20.

abhängigen Grund die Notwendigkeit einer Ausdehnung des Interessengebietes. Dieser Grund folgt aus der Eigenschaft der im allgemeinen wichtigsten Quelle, aus der die realen Angaben über die zu untersuchenden Phänomene entnommen werden: der staatlichen Statistik. Diese Statistik bezieht ihre Erhebungen auf politische Regionen[1], deren Grenzen sich in sehr vielen Fällen nicht mit denen des Prognoseraumes hinreichend decken. Das Interessengebiet bzw. Kerngebiet des Basisraumes muß also schon allein deswegen erweitert werden, damit die zu untersuchenden Phänomene überhaupt ermittelt werden können.

Noch mehr als für den Prognoseraum gilt dies für den Basisraum, da diese, auf Grund der sozialökonomischen Raumtheorie bestimmte Region so gut wie nie mit politischen Grenzen hinreichend übereinstimmt.

Die ungenügende Übereinstimmung der politischen Regionen mit den auf Grund der sozialökonomischen Kriterien bestimmten Regionen bereitet der Basisanalyse u.U. erhebliche Schwierigkeiten:

α. Je größer die Regionen sind, die, aus rein statistischen Gründen, über den Prognoseraum oder den Basisraum hinaus in die Betrachtung einbezogen werden müssen, um so bedeutender wird die Gefahr, daß es gar nicht mehr möglich ist, Aussagen über diese beiden geographischen Einheiten zu machen, da die hinzugenommenen Gebiete eine wesentlich andere sozialökonomische Struktur und erheblich andere Evolutionsvorgänge aufweisen. Aus dieser Überlegung ergibt sich sofort die Forderung, das Interessengebiet bzw. den Basisraum nur um möglichst kleine politische Gebilde zu erweitern, also, etwa in der Bundesrepublik Deutschland, nur um Gemeinden oder Kreise.

β. Die staatlichen Statistiken erfassen aber am vollständigsten und regelmäßigsten die sozialökonomischen Phänomene für die großen politischen Regionen, also vor allem für den Bund insgesamt. Selbst für die Bundes-

[1] Jacobs und Jacobs, a.a.O., S. 20.

länder sind die Statistiken schon weit weniger ausführlich und die Angaben über die Kreise, vor allem aber über die Gemeinden, beschränken sich auf einige wenige statistische Größen. Aus Gründen der Datenbeschaffung müssen also u.U. relativ bedeutende Gebietserweiterungen hingenommen werden.

Daher wird es oft sehr schwer sein, angesichts dieses Widerspruches zwischen theoretischen Forderungen und statistischen Möglichkeiten, einen geeigneten Kompromiß zu schließen. Es kann sein, daß nur aufwendige Rechnungen zu einer brauchbaren Analyseaussage führen können.

3. Die homogenen Unterregionen

Aber selbst wenn es gelingt, einen geeigneten Basisraum zu konstruieren, ist in aller Regel die Arbeit an der geographischen Grundlage der Basisanalyse noch nicht beendet, und zwar aus zwei Gründen:

a. Die erste Ursache kann sich bereits aus der Eigenart des Unternehmens ergeben, etwa, wenn es zur Erbringung der Leistung, die es am Markt langfristig absetzen will, ein starres Verteilungssystem, das sehr hohe Investitionen erfordert, wie z.B. ein Rohrnetz, benötigt. Dann müssen auch die Entwicklungen der *Teilregionen* des gegenwärtigen oder des möglichen zukünftigen Absatzgebietes langfristig richtig eingeschätzt werden. Eine Analyse, die sich darauf beschränkt, Aussagen über den Prognoseraum als Gesamtheit zu machen, wäre offenbar nicht hinreichend.

b. Die zweite Ursache kann auch dann zu einer Zerlegung des Basisraumes in Unterregionen zwingen, wenn es von der Art des Unternehmens her hinreichend wäre, die langfristige Nachfrage nur für den Prognoseraum selbst zu bestimmen.

Das gilt immer dann, wenn durch die Zerlegung des Basisraumes in Unterregionen die langfristige Entwicklung des Prognoseraumes wesentlich phanerometamorpher wird, als dies der Fall wäre, wenn die Analyse auf den Gesamtraum beschränkt würde. Diese Zerlegung

erfordert, daß die Unterregionen hinsichtlich ihrer für die Prognosefrage relevanten Strukturen und Entwicklungen homogene Gebilde darstellen. Sie setzen sich in der Regel aus Teilen des Prognoseraumes und des Ergänzungsgebietes zusammen.

Durch die getrennte Analyse dieser homogenen Unterregionen kann es sich z.B. herausstellen, daß eine bisher konstante Entwicklung des Prognoseraumes auf Kompensationsvorgänge zwischen den Unterregionen zurückgeht[1]. Im Laufe der weiteren Evolution kann es jedoch schon innerhalb weniger Jahre dazu kommen, daß diese Kompensation nicht mehr eintritt. Das ist dann für die Prognose offensichtlich von großer Bedeutung: das gleiche Instrumentarium, das bei einer Analyse der Unterregionen die Entwicklung des Prognoseraumes zutreffend vorherbestimmen kann, hat bei einer auf den Gesamtraum beschränkten Analyse u.U. keinerlei Möglichkeit dazu, sondern muß zwangsläufig zu Ergebnissen führen, die der wirklichen Entwicklung weit weniger gut entsprechen. Entwicklungen, die bei Verwendung der Unterregionen durchaus phanerometamorph sind, können also bei Verzicht auf solche Untergliederungen der geographischen Grundlage der Analyse vollständig kryptometamorph bleiben.

Die Bildung von Unterregionen bereitet oft noch mehr Schwierigkeiten bei der Beschaffung des statistischen Materials als die Konstruktion des Basisraumes.

Die Überlegungen zur Bildung und Untergliederung des Basisraumes ergeben, daß eine sorgfältige Ausarbeitung der räumlichen Basis der Prognose von ganz entscheidender Bedeutung für den Erfolg der Prognose ist. Eine mangelhafte Bestimmung der räumlichen Grundlagen kann die Prognose von vornherein, gleichgültig wie gut die anschließend verwendeten Methoden sind, zum Scheitern verurteilen.

---

[1]Die Möglichkeit einer Konstanz, die auf Kompensationsvorgänge zurückgeht, ist, in einem anderen Zusammenhang, von Bombach, Kreislauftheorie, a.a.O., S. 332, klar ausgesprochen worden.

§ 23. Die Basiszeit

1. Die Entwicklung einer Zusammenhangshypothese

Angenommen, die Parameter und der multiple Korrelationskoeffizient[1] einer ganz bestimmten, hypothetisch vorgegebenen Regressionsfunktion seien auf Grund der q jüngsten Zeitreihenwerte[2] aller Variablen dieser Funktion berechnet worden. Was besagt nun dieser Ausdruck für den empirischen Zusammenhang, der sich durch Einsetzen der Parameter in die Regressionsfunktion ergibt? Zunächst stellt er ohne Zweifel eine empirische Formel dar, aber ebenso zweifellos kann nicht, ohne

---

[1]Der Kürze halber wird hier und im folgenden nur der multiple Korrelationskoeffizient erwähnt. Hier ist, wie auch in den folgenden Überlegungen, der Hinweis auf die Korrelation jedoch so zu verstehen, daß alle Verfahren zur Untersuchung der Kontingenz anzuwenden sind, in aller Regel jedoch mit Ausnahme der partiellen Korrelation, die m.E. bei der Basisanalyse von geringer Bedeutung ist. Daher ist, wenn im folgenden einfach vom Korrelationskoeffizienten bzw. von Korrelation gesprochen wird, stets, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes gesagt wird, der multiple Korrelationskoeffizient bzw. die multiple Korrelation gemeint.

[2]Bevor statistisch ermittelte Zeitreihen, die in aller Regel statistischen Veröffentlichungen entnommen werden, als empirische Meßwerte der relevanten Phänomene in die Repräsentationsrechnung eingehen können, sind diese statistischen Angaben insbesondere in zweierlei Hinsicht zu überprüfen: 1. Es ist zu prüfen, ob der Herausgeber der Statistiken im Anschluß an die entsprechenden Tabellen oder in irgendeiner zusammenfassenden Darstellung, u.U. einer selbständigen Publikation, vor allem die Art der Ermittlung der Daten, deren weitere Verarbeitung sowie die verwendeten Begriffe genau dargelegt hat. Nur solche Statistiken, für die diese Angaben vorliegen, sind interpretierbar. In diesem Sinne nicht interpretierbare Statistiken führen, wenn die Daten in die Regressionsrechnung eingegeben werden, auch zu nicht interpretierbaren Repräsentationen. Der Prognostiker darf also niemals *unterstellen*, daß die Statistiken in einer für ihn brauchbaren Weise ermittelt und definiert worden sind. 2. Die statistischen Angaben sind zu überprüfen. Das sei an zwei Beispielen angedeutet: a. Bei regelmäßig erscheinenden Statistiken ist z.B. zu prüfen, ob die jeweils letzten Werte von Zeitreihen in späteren Publikationen zuweilen stark korrigiert werden. b. Statistiken zu ein und demselben Phänomen, jedoch veröffentlicht von verschiedenen, von einander unabhängigen Herausgebern, sind zu vergleichen. Mit Hilfe solcher (Fortsetzung S. 187.)

entsprechende Überprüfungen, von einer so berechneten empirischen Formel behauptet werden, daß sie die gegenwärtig gültige Kausalvariante wiedergebe. Sie ist also, bis auf weiteres, nichts anderes als ein auf eine bestimmte Zeitspanne bezogener *durchschnittlicher* Zusammenhang.

Aus den Betrachtungen zur sozialökonomischen Evolution und zur Kausaltheorie folgt, daß nur dann eine Kausalvariante, unverfälscht durch frühere oder spätere Varianten, bestimmt werden kann, wenn nur Beobachtungen aus der dieser Kausalvariante zugehörigen Zeitspanne entnommen werden. Daher kann also, in einem mehr qualitativen Sinn, gesagt werden, eine Repräsentation sei, bei unveränderter Zusammenstellung aller Variablen x und unveränderten Werten für θ und τ sowie bei unveränderter Verschachtelung, eine Funktion sowohl der zeitlichen Herkunft ihrer Zeitreihen, also abhängig davon, wann eine Zeitreihe beginnt, als auch der Länge dieser Zeitreihen, bei unverändertem ersten Jahr, so daß in Anlehnung an die Ausdrücke (8.1), (11.1), (12.7), (13.1) und (17.1) bis (17.4) geschrieben werden kann,

$$(23.1) \qquad \vartheta_i = f(i).$$

Die Frage ist nun, mit Hilfe welcher Verfahren überprüft werden kann, ob es sich bei der eben erwähnten, ganz bestimmten empirischen Formel ledig-

---

Vergleiche sowie weiterer, auch nichtstatistischer Informationen, sind die statistischen Erhebungen auf besondere Verzerrungen und Beobachtungsfehler zu überprüfen. Diese Arbeiten sind von großer Bedeutung für die Basisanalyse. Sie erfordern viel Erfahrung und Geduld. Sie zeigen zugleich, von welcher Bedeutung eine qualifizierte Informationssammlung sowie die fortlaufende Analyse dieser Informationen auf ihre Aussagekraft hin ist. Auf diesen Gesichtspunkt kann jedoch im Rahmen dieser Abhandlung nicht näher eingegangen werden. Die z.B. von Johnston, a.a.O., S. 148 ff, zusammengetragenen Verfahren sind m.E. für diese Vorarbeiten zur Basisanalyse nicht adäquat. Vgl. in diesem Zusammenhang auch O. Morgenstern, On the Accuracy of Economic Observations. 2nd ed., completely revised. Princeton, N.J., 1963. S. 4.

lich um einen Durchschnittszusammenhang[1], der mehrere Kausalvarianten miteinander mischt, oder um eine wirkliche Kausalvariante handelt. Angesichts dieser Frage ist es zweckmäßig, aufbauend auf die Betrachtungen zur sozialökonomischen Evolution und zur Kausaltheorie, von folgender Überlegung auszugehen: Wenn innerhalb einer Zeitspanne von q Jahren ohne Unterbrechung stets ein und dieselbe Kausalvariante Gültigkeit besessen hat, dann müssen sich bei Regressions- und Korrelationsrechnungen sowohl für die gesamte Zeitspanne von q Jahren als auch für jede zusammenhängende Teilmenge von q, also für beliebige Intervalle, die weniger als q Jahre umfassen[2], stets im wesent-

[1]Vgl. z.B.: Bombach, Über die Möglichkeit, a.a.O., S. 64 f. Derselbe, Über die Problematik von Wachstumsprognosen. In: Money, Growth, and Methodology and other Essays in Economics in Honour of J. Åkerman. Ed. by H. Hegeland. (Lund Social Science Studies, No. 20.) Lund 1961. S. 5. Schlesinger, Was kann die Wirtschaftsforschung, a.a.O., S. 144. Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 32. Åkerman, Synthese, a.a.O., S. 60 f. König, a.a.O., S. 303. B. Schreiber, Der spezifische Energieverbrauch der Industrie. Seine Entwicklung, seine Bestimmungsfaktoren und ihre Auswirkungen 1950 - 1960. (Schriftenreihe des Ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung, Nr. 57.) Berlin, München 1964; vgl. in Abb. 3, S. 39, die Beobachtungswerte, insbesondere für die Jahre 1956 und 1957, mit den eingetragenen Kurven. Anderson, Moderne Methoden, a.a.O., S. 293. Draper, Smith, a.a.O., S. 240.

[2]Es ist jedoch darauf zu achten, daß die Anzahl der Beobachtungen stets um einiges größer ist als die Anzahl der von der Regressionsrechnung zu berechnenden Parameter, da bei gleicher Anzahl von Beobachtungen und zu bestimmenden Parametern sich notwendigerweise die Lösungen $\Sigma u_i^2 = 0$ sowie $r = 1$ ergeben; vgl. z.B. Johnston, a.a.O., S. 51 und Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 90. Das zeigt erneut, daß mit Hilfe der Verfahren zur Messung der Kontingenz nicht festgestellt werden kann, ob wirkliche Kausalzusammenhänge gegeben sind, da aus dem eben Gesagten folgt, daß sich für *beliebige* Funktionen, wenn sie nur die entsprechende Anzahl von Parametern aufweisen, eine Korrelation von 1 ergibt. Um wieviel die Anzahl der Beobachtungen größer sein sollte, kann nicht generell gesagt werden, sondern hängt von den jeweiligen Besonderheiten des Einzelfalles ab, die ggf. erst noch genauer untersucht werden müssen.

lichen[1] die gleichen Parameter und die gleichen Korrelationskoeffizienten ergeben[2]. Ist diese hinreichende Konstanz der Parameter und der Korrelation dagegen nicht gegeben, so folgt daraus notwendigerweise, daß sich der Einfluß der unabhängigen Variablen oder die Wirkung des Hintergrundes verändert haben muß; in diesem Falle kann also mit Sicherheit gesagt werden, daß die q zugrunde gelegten Jahre mehr als eine Kausalvariante enthalten müssen. Nun ist aber noch zu beachten, daß auch in dem Fall, in dem die Parameter und die Korrelation völlig konstant sind, noch nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, daß für die ganze Zeitspanne von q Jahren von einer einzigen Kausalvariante ausgegangen werden kann, da diese Konstanz auch auf Kompensationsvorgänge innerhalb der Substruktur und des Hintergrundes zurückgehen kann, was für die Prognose immer dann wesentlich ist, wenn diese Kompensationsvorgänge in Zukunft nicht weiterhin vor sich gehen werden[3]. Aus dieser letzten Überlegung folgt, daß mit Hilfe des eben betrachteten Verfahrens zwar das Vorliegen einer während des ganzen Intervalls gültigen Kausalvariante ausgeschlossen werden kann, nicht jedoch umgekehrt bewiesen werden kann, daß eine Kausalvariante vorliegt. Das Verfahren liefert also zunächst nicht mehr als ein Kriterium dafür, ob die Hypothese einer einheitlichen, durchgehend gül-

[1]Was noch als "im wesentlichen" gleich angesehen werden kann, ist durch Schwellenwerte zu bestimmen, die den jeweiligen Gegebenheiten entsprechen. Wichtig ist, daß diese Schwellenwerte explizit festgelegt werden, so daß ihre Bestimmung nicht dem zufälligen Ermessen des jeweiligen Bearbeiters überlassen ist.

[2]Vereinzelte Störungen, die z.B. nur für ein oder zwei Jahre auftreten, während im übrigen hinreichende Konstanz gegeben ist, sprechen nicht gegen das Vorliegen ein und derselben Kausalvariante.

[3]Dieses Aussetzen von Kompensationsvorgängen ist bei sozialökonomischen Zusammenhängen wegen der Unbeständigkeit der sozialökonomischen Kausalität, insbesondere auf Grund der zunehmenden Komplexität des sozialökonomischen Systems, stets möglich.

tigen Kausalvariante *abzulehnen* ist oder nicht. Ob die Hypothese zu akzeptieren ist, nachdem sie auf Grund der eben genannten Kriterien nicht abgelehnt werden mußte, kann erst durch zusätzliche Untersuchungen des Hintergrundes und der Substruktur ermittelt werden. Erst wenn auch diese zusätzlichen Untersuchungen positiv ausfallen, kann gesagt werden, daß es sich bei der ermittelten empirischen Formel wirklich um eine Kausalvariante für die Gesamtheit der q Jahre handelt.

Die Untersuchung der Entwicklung einer Zusammenhangshypothese, d.h. die Untersuchung der Frage, innerhalb welcher Zeitspanne die Parameter und die Korrelation einer bestimmten Zusammenhangshypothese hinreichend konstant waren, wird zweckmäßigerweise mit Hilfe der beiden folgenden Verfahren vorgenommen:

a. Ausgehend von den p jüngsten Beobachtungen, die ein *Startintervall* bilden und für die die Regressionsparameter sowie die Korrelation berechnet werden, wird zu längeren Intervallen p + 1, p + 2,..., übergegangen, wobei auch für jedes dieser längeren Intervalle die Parameter und die Korrelation ermittelt werden. Auf diese Weise ergeben sich Zeitreihen für die Parameter und die Korrelation, wobei die jeweiligen Parameter- und Korrelationswerte dem mittleren Jahr des betreffenden Intervalls zugeordnet werden[1]. Nun ist an Hand dieser Zeitreihen zu untersuchen, ob sich die Parameter oder die Korrelation *nachhaltig* und *wesentlich* verändert haben. Solche nachhaltigen und wesentlichen Veränderungen, die auf einen Übergang von einer Kausalvariante zur anderen hinweisen, treten meist nicht in Form von kurzen *Entwicklungsbrüchen* in der Zeitreihe auf, sondern bieten in aller Regel eher das Bild von *Übergangszonen*, die sich über Jahre erstrecken. Solche Übergangszonen werden im folgenden mit den Buchstaben ÜZ bezeichnet[2]. Für die Prognose des jeweils zu

[1]Vgl. in Abschnitt b. die Fußnote zur Methode von Bobrov.

[2]Der Entwicklungsbruch wird als Grenzfall der ÜZ aufgefaßt. Im folgenden wird daher nur (Fortsetzung S. 191.)

untersuchenden Zusammenhangs sind also nur die Jahre seit einer solchen ÜZ relevant, weil nur dann die gegenwärtig gültige Kausalvariante ermittelt werden kann, wenn jeder störende Einfluß früherer Kausalvarianten, also von Beobachtungen aus der Zeit vor der ÜZ, ausgeschaltet wird. Dieses Verfahren, die ÜZ einer ganz bestimmten Zusammenhangshypothese zu ermitteln, wird im folgenden mit dem Symbol R→ÜZ bezeichnet[1].

b. Die Frage, ob der bereits nach dem eben beschriebenen Verfahren R→ÜZ untersuchten, ganz bestimmten Zusammenhangshypothese einige Relevanz für die Zukunft beigemessen werden kann oder nicht, wird nun durch folgendes Verfahren geprüft: Zunächst wird ein Intervall gebildet, das die w neuesten Zeitreihenwerte umfaßt. Für dieses Intervall werden die Parameter und die Korrelation berechnet und wieder dem mittleren Jahr des Intervalls zugeordnet. Dann wird das Intervall um ein Jahr in die Vergangenheit zurückverlegt, d.h. die jüngste Beobachtung wird nicht mehr in die Berechnung aufgenommen, dafür aber die Beobachtung hinzugenommen, die ein Jahr älter ist als die bisher aufgenommene älteste Beobachtung. Dieses Verfahren wird, mit jeweiliger Verschiebung um ein Jahr, wiederholt, wobei jedesmal die Parameter und die Korrelation berechnet werden. Wie weit bei dieser Untersuchung zeitlich zurückgegangen wird, hängt vom jeweiligen Zusammenhang und den vorhandenen Statistiken ab. Sobald die Untersuchung für Intervalle der Länge w abgeschlossen worden sind, wird

---

noch der Begriff der ÜZ verwendet. Vgl. in diesem Zusammenhang Åkerman, Industrialism, a.a.O., S. 192. "... *structural limits* demarcating the homogeneous periods."

[1] Kuznets, On Moving Correlation, a.a.O., S. 135, schrieb bereits Ende der zwanziger Jahre: "It is obvious that in an attempt to arrive at a measure of correlation which would be a reliable description, we have to establish the *homogeneity of the epoch* described." (Hervorhebung von mir.) Vgl. in diesem Zusammenhang auch Derselbe, Concepts and Assumptions in Long-Term Projections of National Product. In: Long-Range Economic Projection. By the Conference on Research in Income and Wealth, National Bureau of Economic Research. (Studies in Income and Wealth, Vol. 16.) Princeton 1954. S. 13.

die Untersuchung sowohl mit kürzeren als auch mit längeren Intervallen wiederholt. Dieses Verfahren der Intervallverschiebung wird mit dem Symbol $R\rightarrow_W$ bezeichnet[1]. Aus der Vielzahl der möglichen Ergebnisse, die sich bei diesen Untersuchungen ergeben können, werden nun einige besonders wichtige, insbesondere die Grenzfälle, herausgegriffen:

α. Bleibt die Korrelation für alle Intervallverschiebungen zwischen der Gegenwart und der ÜZ, unabhängig von der gewählten Intervallänge, die gleiche, weisen auch die Parameter keine wesentlichen Veränderungen auf und stimmen diese Parameter sowie die Korrelation im wesentlichen mit den Ergebnissen für den Zeitraum zwischen der Gegenwart und der ÜZ überein, dann ist diese Konstanz der Parameter und der Korrelation ein Hinweis darauf, aber noch kein Beweis dafür, daß diese Zusammenhangshypothese eine Kausalvariante darstellt. Ebenfalls folgt daraus noch nicht, daß diese einzelne, ganz bestimmte Zusammenhangshypo-

[1] Vgl. dieses eben beschriebene Verfahren mit der Methode, die Kuznets, On Moving Correlation, a.a.O., S. 135, zur Ermittlung der "homogenen Epoche" vorschlug: "The most obvious empirical way (zur Ermittlung dieser "homogenen Epoche") is to limit the period for which correlation is computed, and then test its stability by *shifting the period*." (Einfügung und Hervorhebung von mir.) Diese von Kuznets vorgeschlagene Methode der Intervallverschiebung geht auf S.P. Bobrov zurück (vgl. aber auch die von Kuznets vorgenommene Betrachtung der Methoden von B.S. Yastremski und N.S. Tsechetwerikov, ebenda, S. 123 f.), ebenda, S. 123: "The *sliding* coefficient of S.P. Bobrov is really a coefficient of correlation that changes like a moving average. It calls for choosing an interval ..., for example, .. twenty-five years. For the first twenty-five years of the period we compute then ... r ... We take then (die entsprechenden Werte) for the twenty-sixth year and omit the same items for the first year. We thus obtain the r for the next twenty-five-year period, removed by one year from the first period. .. thus ... we obtain a moving coefficient of correlation with a value for each year. We may center it then at the midpoint of the interval." Das Verfahren $R\rightarrow_W$ geht, abgesehen von einigen unbedeutenden Differenzen, auf die Methode von Bobrov zurück; auch das Verfahren R→ÜZ stellt im Grunde keine gravierende Variation dieser Methode dar. Vgl. auch Draper, Smith, a.a.O., S. 240. Bonhoeffer, a.a.O., S. 57.

these, die bisher diskutiert wurde, bereits die beste Repräsentation für die gesuchte Kausalvariante darstellt. Ob sie die in diesem Sinne beste Repräsentation ist oder nicht, darüber kann erst nach Untersuchung weiterer Zusammenhangshypothesen eine Aussage gemacht werden. Zunächst wird aber noch die bisher betrachtete Zusammenhangshypothese weiter untersucht. Zur Unterscheidung von den anschließend zu betrachtenden Möglichkeiten wird eine Hypothese, für die die eben beschriebene Konstanz festgestellt werden kann, mit dem Symbol R^{const} bezeichnet.

β. Stellt sich vielmehr bei den Intervallverschiebungen heraus, daß die betrachtete, ganz bestimmte Zusammenhangshypothese, unabhängig von der gewählten Intervallänge w, in dem Maße an Bedeutung gewinnt, in dem die Intervalle der Gegenwart näher liegen, dann kann davon ausgegangen werden, daß sie an Relevanz für die Zukunft gewonnen hat. Diese Zusammenhangshypothese wird dann mit dem Symbol R^{+} bezeichnet. Das stärkstkorrelierte Intervall fällt hier also mit dem jüngsten untersuchten Intervall zusammen. Dieses Intervall wird mit dem Symbol $R(t_1 \rightarrow G)$ bezeichnet, wobei t_1 das Anfangsjahr des Intervalls wiedergibt und G zum Ausdruck bringen soll, daß dieses Intervall mit der Gegenwart, genauer, mit der letzten verfügbaren statistischen Beobachtung abschließt. Aber auch wenn der Fall R^{+} vorliegt, so ist damit noch keineswegs ein Beweis geliefert, daß die hier untersuchte, ganz bestimmte Zusammenhangshypothese auch wirklich in Zukunft weiterhin an Bedeutung zunimmt oder überhaupt von Bedeutung ist. Das folgt daraus, daß ohne weitere Untersuchungen keine Anhaltspunkte dafür vorliegen, die ausdrücklich auf Grund klarer empirischer Tatbestände dagegen sprechen, daß sich unmittelbar an die letzte statistische Beobachtung eine neue Übergangszone anschließt.

γ. Bei einer Hypothese, die umgekehrt, um so schwächere Korrelationen aufweist, je näher die Intervalle der Gegenwart liegen, kann davon ausgegangen werden,

daß sie an Relevanz für die Zukunft verloren hat, also eher für frühere Evolutionsvorgänge als für gegenwärtige repräsentativ ist. Eine Hypothese, für die dies zutrifft, wird mit dem Symbol R^- bezeichnet. Bei einer solchen Hypothese liegt also das stärkstkorrelierte Intervall am Anfang des untersuchten Zeitraumes. Dieses Intervall wird mit dem Symbol $R(t_1 \rightarrow t_n)$ bezeichnet, wobei t_1 bzw. t_n das erste bzw. letzte Kalenderjahr des Intervalls angibt.

δ. Zeigt sich jedoch, daß die Entwicklung der Parameter und der Korrelation bei den Intervallverschiebungen nicht einer durchgehenden Tendenz folgt, sondern daß die Werte der Parameter und der Korrelation wesentlichen Schwankungen unterliegen, dann ist das zunächst als Hinweis darauf aufzufassen, daß die Untersuchung dieser ganz bestimmten, bisher allein betrachteten Zusammenhangshypothese keine schlüssige Antwort auf die Frage nach den gesuchten Entwicklungen in der Vergangenheit zu geben vermag. Eine solche Hypothese wird mit dem Symbol $R^{\sim}$ bezeichnet.

2. Die Ermittlung der besten Zusammenhänge

Die eben erwähnten Verfahren befaßten sich mit der Ermittlung der zeitlichen Entwicklung einer einzelnen, ganz bestimmten Zusammenhangshypothese, die nun mit y_I bezeichnet wird. Aus folgenden Überlegungen wäre es jedoch unzweckmäßig, es bei der Untersuchung dieser einen Hypothese bewenden zu lassen:

Erstens ergibt sich dies aus der Möglichkeit schwankender Resultate für die Parameter und die Korrelation bei der Methode der Intervallverschiebung, $R^{\rightarrow}_{w}$. Daß diese Methode zu einem solch unklaren Ergebnis führt, kann daran liegen, daß, trotz aller Sorgfalt bei der Formulierung, die bisher untersuchte Hypothese noch mit wesentlichen Mängeln behaftet war. Daher ist in diesem Falle zu überprüfen, ob ein bestimmtes x_j, τ, σ oder θ für diese Schwankungen verantwortlich ist.

Zweitens ist es auch dann, wenn das Verfahren $R^{\rightarrow}_{w}$ zu den Ergebnissen R^+, R^-, oder sogar zu R^{const} führt,

keineswegs sicher, daß die bis dahin untersuchte, ganz bestimmte Hypothese wirklich die beste Repräsentation des zu untersuchenden Zusammenhangs für die Vergangenheit darstellt. Auch in diesem Falle muß also überprüft werden, ob nicht andere, theoretisch wie praktisch ebenso plausibel vorstellbare x_j, τ, σ oder θ zu besseren Ergebnissen bei den Verfahren $R \rightarrow \ddot{O}Z$ und $R_W^{\rightarrow}$ führen.

D.h., daß es in jedem Falle, also unabhängig von den konkreten Ergebnissen der Methode $R_W^{\rightarrow}$, notwendig ist, weitere Zusammenhangshypothesen zu untersuchen. Gerade diese weiteren Untersuchungen verschiedener Hypothesen sind für das Verständnis der Entwicklungen der Zusammenhänge in der Vergangenheit besonders wesentlich. Sie erfordern hinsichtlich der Interpretation der bisherigen Ergebnisse sowie der Formulierung weiterer Hypothesen besonders sorgfältige theoretische und praktische Überlegungen. Je erfolgreicher diese Überlegungen und die aus ihnen folgenden Untersuchungen sind, um so besser sind die Aussichten, zunächst kryptometamorphe Vorgänge in phanerometamorphe Entwicklungen transformieren zu können.

Seien nun y_{II}, y_{III},..., weitere Hypothesen, die entsprechend allgemeinen theoretischen und praktischen Überlegungen gleich gute Abstraktionen darstellen, von denen also vor Berechnung der Regression und der Korrelation nicht gesagt werden kann, daß sie sich weniger gut eignen, den realen Zusammenhang zu repräsentieren. Da also zwischen diesen weiteren Hypothesen und y_I vor Berechnung nicht diskriminiert werden kann, sind für alle y_{II}, y_{III},..., die für y_I beschriebenen Untersuchungen ebenfalls durchzuführen. Das Ziel dieser Untersuchungen besteht darin, die beste Hypothese zu ermitteln. Die beste Hypothese wird mit dem Symbol R^* bezeichnet. Welche Hypothese die beste ist, folgt nicht allein aus den Parametern und der Korrelation, sondern aus der sorgfältigen Interpretation aller Ergebnisse[1].

[1] In manchen Fällen wird es nicht möglich sein, eine eindeutig beste Hypothese zu ermitteln. In diesen Fällen können nur weitere Untersuchungen zum Ergebnis führen.

Diese Untersuchungen lassen sich dadurch leichter und übersichtlicher gestalten, daß die Parameter- und die Korrelationszeitreihen der einzelnen Hypothesen geometrisch dargestellt werden.

Der beste Zusammenhang im eben beschriebenen Sinne ist nun für alle Variablen zu ermitteln, die für die jeweilige Prognose der langfristigen Nachfrage von Bedeutung sind.

Neben den bisher allein diskutierten Kausalvarianten sind schließlich für alle abhängigen und unabhängigen Variablen auch Untersuchungen zur Ermittlung der Evolutionsvarianten vorzunehmen[1]. Die Berechnung der besten Evolutionsvarianten ist insbesondere bei den Phänomenen von Bedeutung, bei denen quantifizierbare Ursachen theoretisch nicht bestimmt werden können oder bei denen bezüglich der verursachenden Phänomene kein geeignetes statistisches Material verfügbar ist.

3. Die Bestimmung der Basiszeit

Wenn für alle Kausal- und Evolutionsvarianten, die für die jeweilige Prognose der langfristigen Nachfrage Bedeutung besitzen, die besten Zusammenhangshypothesen bestimmt worden sind, wird eine Übersicht über die Übergangszonen aller dieser Varianten erstellt.

Nun ergibt sich auf Grund der früheren Überlegungen zur sozialökonomischen Evolution und zur Kausaltheorie, daß die Zeiträume, die vor der am weitesten in der Vergangenheit zurückliegenden Übergangszone liegen, für die Basisanalyse und damit für die Prognose der langfristigen Nachfrage irrelevant sind. Das gilt für alle Untersuchungen. Im übrigen aber können sich sehr verschiedene Fälle ergeben. Aus der Vielzahl der möglichen Fälle werden nun einige besonders wichtige, insbesondere die Grenzfälle, herausgegriffen und näher betrachtet:

a. Denkbar günstig für die Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen ist das Ergebnis dann,

[1] Hierbei sind die Möglichkeiten der technischen Mehrfachregression zu beachten.

wenn alle Übergangszonen der jeweils besten Hypothesen identisch sind oder nahe beieinander liegen, wenn zugleich seit der gemeinsamen bzw. der jüngsten Übergangszone so viele Jahre vergangen sind, daß die Untersuchungen zur Ermittlung der besten Hypothesen wirksam vorgenommen werden können, und wenn schließlich eindeutig beste Hypothesen vorliegen. Bei solchen Ergebnissen kann, auf Grund der bisher vorgenommenen Untersuchungen, bereits mit einigem Recht vermutet werden, daß die für die betreffende Prognose wesentlichen Evolutionsvorgänge seit der letzten Übergangszeit phanerometamorph sind. In diesem Falle ist es dann auch gerechtfertigt, alle weiteren Untersuchungen im Rahmen der Basisanalyse auf die Zeitspanne seit der gemeinsamen bzw. ältesten Übergangszone zu beschränken. Diese Zeitspanne stellt dann offenbar ein homogenes Zeitintervall im Sinne der Betrachtungen über die sozialökonomische Evolution dar. Dieses homogene Zeitintervall wird nun als *Basiszeit* der Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen bezeichnet und im folgenden mit Hilfe der Buchstaben BZ symbolisiert.

b. Wenn dagegen die Übergangszonen der jeweils besten Hypothesen weit auseinander liegen, während sich alles übrige so verhält, wie es im vorigen Falle angenommen worden ist, dann ist es nicht so eindeutig, welche Zeitspanne als Basiszeit zu wählen ist. Ob es auch hier zweckmäßig ist, als Basiszeit die gesamte Zeitspanne seit der ältesten Übergangszone zu verwenden, oder ob es gerechtfertigt ist, von einer jüngeren Übergangszone auszugehen, hängt von den besonderen Gegebenheiten jeder einzelnen Prognose ab und kann nicht generell entschieden werden. Wesentlich ist, daß auch in diesem Fall gute Aussichten bestehen, daß die vergangenen Evolutionsvorgänge sich bei den weiteren Untersuchungen als phanerometamorph erweisen werden.

c. Ergeben die Untersuchungen jedoch, daß die einzelnen Übergangszonen identisch sind bzw. dicht beieinander liegen, jedoch so nahe an der Gegenwart, daß nur

wenig mehr Jahre seit den Übergangszonen vorhanden sind als Beobachtungen angesichts der Anzahl der unabhängigen Variablen benötigt werden, oder wenn die Anzahl der Jahre sogar so gering ist, daß überhaupt nur Hypothesen mit wenigen unabhängigen Variablen berechenbar sind, wenn keine eindeutig besten Hypothesen herausgearbeitet werden können und ferner die Unterschiede zwischen den gut korrelierten und plausiblen Hypothesen seit der Übergangszeit und den besten Hypothesen des vor dieser Übergangszeit liegenden homogenen Zeitintervalls sehr groß und durch gut erkennbare empirische Ereignisse begründet sind, so daß die Prognose auch nicht hilfs- und versuchsweise auf die nächst älteren Kausal- und Evolutionsvarianten aufgebaut werden kann, dann ist auf Grund der bisherigen Untersuchungen davon auszugehen, daß es sehr gut möglich ist, daß es auch mit Hilfe der im folgenden noch zu diskutierenden Verfahren nicht möglich sein wird, die in diesem Fall noch kryptometamorphen Vorgänge in phanerometamorphe Entwicklungen zu transformieren, so daß u.U. festgestellt werden muß, daß es nicht möglich ist, eine wissenschaftliche Prognose für das jeweilige sozialökonomische Phänomen, z.B. die Nachfrage, zu erstellen. Ob es so ist, oder ob auf Grund der Untersuchungen der Substruktur, des Hintergrundes sowie insbesondere des Leitraumes doch noch zu tragfähigen quantitativen Ergebnissen zu gelangen ist, kann sich im Einzelfall jedoch erst im Verlauf der weiteren Überlegungen erweisen.

4. Einige weitere Methoden

Bei den bisherigen Betrachtungen zur Basiszeit wurde nur die Methode R explizit berücksichtigt. Aber auch die Ergebnisse der Methoden Γ und Ξ sind selbstverständlich stets heranzuziehen, wenn sie problemadäquat sind, wobei insbesondere zu beachten ist, wie lang das für alle in diese Gleichungssysteme eingehenden Zusammenhänge gemeinsame homogene Intervall ist.

Noch ein weiteres, bisher noch nicht betrachtetes Abstraktionsverfahren kann bei der Suche nach der

Basiszeit verwendet werden, und zwar die Querschnittsanalyse, die eine spezielle Art der Regression darstellt. Bei der Querschnittsanalyse ist jedoch, in Abgrenzung zur Zeitreihenanalyse mit Hilfe der Regression, auf einige Besonderheiten zu achten, damit Fehlinterpretationen vermieden werden.

Als Querschnittsanalyse wird eine Regressionsanalyse dann bezeichnet, wenn nicht Zeitreihen als Beobachtungen in die Rechnung eingehen, sondern, wenn alle Beobachtungen der beteiligten Phänomene dem gleichen Zeitpunkt angehören. Die Regression ermittelt hier also nicht den Funktionalzusammenhang zwischen Phänomenen, die Änderungen, also Zunahmen oder Abnahmen, unterworfen sind, wobei sich sowohl die abhängigen wie die unabhängigen Phänomene verändern, sondern bestimmt hier, wie sich die abhängige Variable mit verschiedenen gleichzeitigen Niveaus der unabhängigen Variablen verändert.

Daß die Zeitreihenanalyse und die Querschnittsanalyse wesentlich verschiedene Aussagen enthalten, läßt sich an einer einfachen Abhängigkeit des Konsums vom Einkommen erkennen.

Angenommen, es werde eine Zeitreihenanalyse vorgenommen, bei der die Konsum- und die Einkommensentwicklung einer hinreichend homogenen Einkommensgruppe zugrunde gelegt wird, etwa der Gruppe A. Die Zeitspanne umfasse die Zeitpunkte t und $t + i$, $i = 1,2,\ldots,n$. Die Regression besagt dann, daß, wenn das Einkommen der Gruppe A von Y_t auf Y_{t+i} steigt, der Konsum um den Betrag $C_{t+i} - C_t$ zunimmt. Damit kann nun auch festgestellt werden, ob sich der Anteil des Konsums gegenüber den Ersparnissen erhöht hat oder nicht, weiter, wenn zugleich die Substruktur des Konsums untersucht wird, wie sich die Anteile der einzelnen Konsumgüterklassen am Gesamtkonsum verändert haben.

Nun werde eine Querschnittsanalyse vorgenommen. Bei ihr ist es für die Ermittlung, wie sich der Konsum mit dem Niveau des Einkommens verändert, erforderlich, ver-

schiedene Einkommensgruppen zugrunde zu legen. Daher wird nun, neben der Gruppe A, die zum Zeitpunkt t Einkommen Y_{tA} bezieht, u.a. auch die Gruppe B in die Überlegungen einbezogen, die bereits zum Zeitpunkt t ein Einkommen $Y_{tB} = Y_{(t+i)A}$ bezieht.

Die Frage ist nun, ob der Konsum der Gruppe A zum Zeitpunkt t + i, $C_{(t+i)A}$, in seiner absoluten Höhe, also auch seinem Anteil am Einkommen, sowie seiner Substruktur gleich dem Konsum C_{tB} der Gruppe B ist. Dabei soll, um Unvergleichbarkeiten auszuschalten, die sich aus der Zugehörigkeit zu verschiedenen sozialen Gruppen ergeben würden, unterstellt werden, daß beide Einkommensgruppen, A und B, nur Arbeiter-, Angestellten-, Beamten- oder Selbständigen-Haushalte enthalten sollen.

Die Annahme, daß die Gruppe A zum Zeitpunkt t + i einen Konsum $C_{(t+i)A}$ haben werde, der in Höhe und Substruktur dem Konsum C_{tB} entspricht, ist aus mehreren Gründen bei langfristigen Betrachtungen in aller Regel *nicht realistisch*.

Zunächst ist die Zeitspanne (t + i) - t vergangen, bis Gruppe A ein Einkommen $Y_{(t+i)A} = Y_{tB}$ bezieht. In der Zwischenzeit hat sich durch die zunehmende Komplexität des sozialökonomischen Systems das Güterangebot verändert und, was noch wesentlicher ist, haben sich die allgemeinen Lebensverhältnisse, also die Hintergrundeinflüsse, gewandelt. Z.B. sind im Laufe dieser Zeit völlig andere Güter bei den Verbrauchsausgaben in den Vordergrund getreten, statt Lebensmittel z.B. Kleidung, statt Kleidung Möbel, statt Möbel Reisen und Freizeitbedarf usw. D.h. z.B., daß zum Zeitpunkt t *beide* Gruppen, A und B, vordringlich Lebensmittel nachfragten, während im Zeitpunkt t + i *beide*, wenn auch bei verschieden hohem Budget, vordringlich Reisen und Freizeitbedarf nachfragen. Es wäre also keineswegs sinnvoll, anzunehmen, daß Gruppe A zum Zeitpunkt t + i den Lebensmittelkonsum der Gruppe B vom Zeitpunkt t übernommen hat, sondern daß auch A die Veränderungen der allgemeinen, den einzelnen Gruppen übergeordneten Lebensge-

diese Untersuchungen dagegen nicht vorgenommen, so könnte, um nur einige mögliche Fälle herauszugreifen, z.B. übersehen werden, daß ein bisher wesentliches Substrukturphänomen schon in unmittelbarer Zukunft nicht mehr existieren wird, daß ein neues Substrukturphänomen auftreten wird, oder daß einige bereits vorhandene und weiterwirkende Phänomene, die sich bisher in ihrer Wirkung kompensiert haben, sich gegenseitig zu verstärken beginnen.

Eine weitere wesentliche Aufgabe der Untersuchung der Substruktur besteht in der Überprüfung der für die Makrophänomene aufgestellten Zusammenhangshypothesen durch Aggregation von Zusammenhangshypothesen der entsprechenden Substrukturphänomene.

Für die Versuche, zunächst kryptometamorphe Entwicklungen in phanerometamorphe Evolutionsvorgänge zu transformieren, ist es also wesentlich, daß geeignete Verfahren zur Untersuchung der Substruktur zur Verfügung stehen.

b. Die Substruktur der Nachfrage

Die Nachfrage nach einem bestimmten Produkt bzw. nach einer im wesentlichen als Einheit anzusehenden Gruppe von Produkten, also das Phänomen, dessen langfristige zukünftige Entwicklung mit Hilfe der Prognose der langfristigen Nachfrage - soweit dies auf wissenschaftliche Weise möglich ist - ermittelt werden soll, weist in aller Regel eine für diese Prognose relevante Substruktur auf. Im Sinne der kausaltheoretischen Überlegungen ist die Nachfrage also normalerweise ein Makrophänomen.

Zwei besonders typische Fälle relevanter Substrukturen seien nun betrachtet:

α. Angenommen, das Unternehmen, für das die Prognose erstellt werden soll, produziere irgendwelche Verbrauchs- oder Gebrauchsgüter für den Endverbrauch des Konsumenten. In diesem Falle kann die Nachfrage in zwei selbständige Komponenten zerlegt werden, die sich in aller Regel nahe-

zu gänzlich unabhängig voneinander entwickeln[1]: in die Gesamtheit der potentiell nachfragenden Einheiten, d.h. in die Bevölkerung des Prognoseraumes (B) und in die durchschnittliche Nachfrage je Einwohner des Prognoseraumes (v). Die Nachfrage (N) kann also in das Produkt

$$(24.1) \quad N = Bv$$

zerlegt werden.

Meist eignet sich die Gesamtbevölkerung B allerdings nicht als verursachendes Phänomen für die betreffende Nachfrage, da z.B. die Intensität der Nachfrage wesentlich von Altersgruppen oder sozialen Gruppen oder auch von beiden Bevölkerungsgruppierungen gleichzeitig abhängig ist[2]. Wenn das der Fall ist, dann hängt v, die durchschnittliche Nachfrage der Gesamtbevölkerung, wesentlich von den Veränderungen der beiden Arten der Bevölkerungsstruktur ab, so daß es erforderlich ist, unter Verwendung der jeweiligen Bevölkerungsgruppen und ihrer entsprechenden gruppendurchschnittlichen Nachfrage[3], die Gesamtnachfrage nach dem Produkt des Unternehmens weiter zu zerlegen, etwa,

$$(24.2) \quad N = \Sigma B_k v_k \qquad k = 1,2,\ldots,r,$$

$$(24.3) \quad N_k = B_k v_k$$

$$(24.4) \quad N = \Sigma N_k.$$

---

[1] Es handelt sich also um einen Fall wechselseitiger Autonomie, es ist also $\Omega < 0$ und zugleich $\omega < o$.

[2] Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 59. ".. teilt den Gesamtbedarf nach *Abnehmerbereichen* oder *Verbrauchergruppen* .., die aus objektiv-technischen oder subjektiv-psychologischen Gründen ein voneinander abweichendes Nachfrageverhalten zeigen." Ebenda, S. 62. "... daß sich Gruppen mit verschiedenem Nachfrageverhalten trennen lassen, die zugleich ein unterschiedliches Entwicklungstempo aufweisen." F.M. Fisher, C. Kaysen, A Study in Econometrics: The Demand for Electricity in the United States. (Contributions to Economic Analysis XXVII.) Amsterdam 1962. S. 4.

[3] Dabei kann die durchschnittliche Nachfrage einiger Bevölkerungsgruppen natürlich gleich Null sein.

Aus diesen Überlegungen ergibt sich nun die Aufgabe, Kausal- oder Evolutionsvarianten für die B_k und v_k zu suchen. Das bedeutet aber, daß die Notwendigkeit der Untersuchung der Substruktur der Nachfrage zugleich die Untersuchung der Substruktur weiterer Makrophänomene erfordert, im vorliegenden Fall z.B. der Substruktur von B und v.

Die v_i sind in aller Regel von der Einkommensentwicklung, insbesondere aber auch vom Zurückweichen bzw. Vordringen von substituierbaren und komplementären Gütern abhängig[1]. Dieses Vordringen in den Markt bzw. das Verschwinden aus dem Markt ist besonders dann von Bedeutung, wenn es auf neue technische Entwicklungen, also auf den wissenschaftlichen und technischen Fortschritt zurückgeht, da es sich dann, wenn die sich aus diesem Fortschritt ergebenden Möglichkeiten Bestandteil neuer Verhaltensweisen werden, meist um grundlegende Veränderungen handelt. Gerade dieser Zusammenhang der Nachfrage des Gutes, dessen langfristige Nachfrage prognostiziert werden soll, mit anderen Gütern, der sich aus den übergeordneten Lebensgewohnheiten sowie den Wandlungen dieser Gewohnheiten bzw. den entsprechenden Verhaltensweisen ergibt, ist für die Prognose von besonderer Bedeutung, da die Verhaltensweisen, wie sich aus der Betrachtung der sozialökonomischen Evolution ergab, zusammen mit dem technischen Fortschritt die beiden

[1] Hierbei wird die Rolle, die die Preise in diesem Zusammenhang spielen, gar nicht betrachtet; vgl. dazu z.B.: Krelle, Preistheorie, a.a.O., S. 6. E. Schneider, Einführung in die Wirtschaftstheorie. T. 2: Wirtschaftspläne und wirtschaftliches Gleichgewicht in der Verkehrswirtschaft. 7., verb. Aufl., Tübingen 1961. S. 43 f. Vielmehr kommt es hier nur auf die einfache Tatsache an, daß ein Gut den Verbrauch eines anderen Gutes auslöst, insbesondere bedingt durch die den einzelnen Verbrauchsgewohnheiten übergeordneten Lebensgewohnheiten bzw. Verhaltensweisen (komplementäre Güter), oder daß ein Gut die Funktionen des anderen übernehmen kann (substituierbare Güter). - Vgl. in diesem Zusammenhang z.B. auch B. Lehbert, Beitrag zum Problem der ökonometrischen Bestimmung einer Substitutionselastizität. "Weltwirtschaftliches Archiv", Hamburg, Bd. 83 (1959 II), S. 79 ff.

wesentlichen autonomen Größen der sozialökonomischen Evolutionsdynamik darstellen.

Während die Strukturwandlungen bezüglich des Altersaufbaus der Bevölkerung relativ leicht für lange Zeiträume im voraus zu bestimmen sind, ist die Entwicklung der sozialen Gruppen weit schwieriger zu ermitteln. Es bestehen jedoch wesentliche Zusammenhänge zwischen den Veränderungen der Struktur der sozialen Gruppen und den erheblichen Veränderungen der Beschäftigungsstruktur sowie vor allem auch der Ausbildungsstruktur der Bevölkerung.

In den Fällen, in denen keine wesentlichen quantitativen Zusammenhänge theoretisch bestimmt werden können oder in denen es an den entsprechenden Statistiken fehlt, ist zu untersuchen, ob tragfähige Evolutionsvarianten ermittelt werden können.

β. Produziert das Unternehmen dagegen nicht für den Endverbrauch, sondern liefert es an irgendwelche anderen Produzenten, dann ist nicht nur die Entwicklung der nachfragenden Produzenten bzw. des nachfragenden Wirtschaftszweiges zu untersuchen, sondern, über alle Stufen der Weiterverarbeitung hinweg, der Markt für die Güter, in die das Produkt des Unternehmens schließlich in irgendeiner Form eingeht. Die Analyse dieser Märkte entspricht dann den für den Fall der direkten Lieferung an den Endverbraucher vorgenommenen Untersuchungen.

c. Die Deskription der Entwicklung eines Makrophänomens[1]

Es seien ganz allgemein y das Makrophänomen, dessen Sub-

[1]Die in diesem Abschnitt beschriebene Methode stimmt in einigen grundlegenden Punkten der Verfahrensweise mit der in der Literatur behandelten Komponentenmethode überein. Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 58 f. "Im Rahmen der Regressionsanalyse bietet sich die Möglichkeit, der Tatsache Rechnung zu tragen, daß vielfach die zu untersuchende Variable aus Teilgrößen besteht, die verschiedenen Gesetzmäßigkeiten oder Antriebskräften gehorchen. Man spaltet die Größe nach bestimmten Gesichtspunkten ... in Komponenten auf, leitet jede Komponente mit Hilfe der Regressionstechnik aus ihren spezifischen Erklärungsfaktoren ab und aggregiert schließlich die Partialergebnisse zur letztlich gewünschten Gesamtaussage."

struktur untersucht werden soll und die y_k, k = 1,2,...,p, die relevanten Unterphänomene der Substruktur von y.

Gleichungen (24.1), (24.2) und (24.4) sind nur einige besonders einfache Beispiele für die verschiedenartigen Möglichkeiten, ein Makrophänomen mit Hilfe seiner Substruktur zu entwickeln bzw. zu erklären.

Nun wird durch die Funktion[1] Ψ ganz allgemein[2] das Verfahren bezeichnet, nach dem das Makrophänomen zum Zeitpunkt i aus seiner Substruktur entwickelt oder zusammengesetzt wird, so daß geschrieben werden kann,

$$(24.5) \qquad y_i = \Psi(y_{ik}) \qquad \begin{matrix} i = 1,2,\ldots,n \\ k = 1,2,\ldots,p. \end{matrix}$$

Das Makrophänomen und die jeweils zu verwendenden Substrukturphänomene, y und y_k, werden nun als abhängige Variable aufgefaßt, und für alle diese Phänomene wird mit Hilfe der Verfahren $R \rightarrow \ddot{O}Z$ und $R_w^{\rightarrow}$ die beste Hypothese, d.h. die beste Repräsentation R^* gesucht. Mit der Bestimmung aller R^* sind die Repräsentationswerte aller Phänomene, $\hat{y}_i$ und $\hat{y}_{ik}$, gegeben. Zur Vereinfachung der weiteren Diskussion wird nun noch vereinbart, daß die Repräsentation des Makrophänomens y als *Makrorepräsentation* bezeichnet wird.

Durch Anwendung der jeweiligen Funktion Ψ kann nun aus den $\hat{y}_k$ für die den Repräsentationen R^* gemeinsam zugrunde liegende Zeitspanne eine Abstraktion der Entwicklung von y_i zusammengesetzt werden. Da die durch eine solche Zusammensetzung nach Ψ vorgenommene Bildung einer Abstraktion der zeitlichen Entwicklung von y, im

[1] Es ist zu beachten, daß diese Funktion eine Abstraktion unter den Bedingungen des Hintergrundes und der Substruktur ist.

[2] Ψ wird im folgenden als allgemeines Symbol für den Funktionalzusammenhang zwischen Makro- und Substrukturphänomenen aufgefaßt, gleichgültig wie diese Funktion im Einzelfall beschaffen ist. Dieses Vorgehen ist m.E. zweckmäßig, obwohl es der Übung widerspricht, für jede einzelne Funktion ein anderes Funktionszeichen zu verwenden. Vgl. z.B. Smirnow, T. I, a.a.O., S. 7.

Gegensatz zur Makrorepräsentation, nicht unmittelbar aus einer Regression gewonnen wird, sondern sich erst aus der Zusammenfügung mehrerer Repräsentationen ergibt, wird diese Art der Abstraktion einer Entwicklung im folgenden als *Deskription*, also als eine Darstellung oder Erklärung der Entwicklung des Makrophänomens durch seine Substrukturphänomene bezeichnet. Ferner werden die *Deskriptionswerte* des i-ten Zeitpunktes, zur Unterscheidung von den Repräsentationswerten der Makrorepräsentation, $\hat{y}_i$, bei allgemeiner Darstellung durch das Symbol $\tilde{\phi}_i$ gekennzeichnet, so daß nun geschrieben werden kann

$$\tilde{\phi}_i = \Psi(\hat{y}_{ik}) \qquad \begin{matrix} i = 1,2,\ldots,n \\ k = 1,2,\ldots,p. \end{matrix} \tag{24.6}$$

Angewendet auf das Beispiel der Phänomene N, B und v aus Gleichung (24.1) ergibt sich nun für die Nachfrage, unter Beachtung der Zerlegung (24.2),

$$\tilde{N}_i = \Psi(\hat{B}_{ik},\hat{v}_{ik}) = \sum_{k=1}^{p} \hat{B}_{ik}\hat{v}_{ik} = \sum_{k=1}^{p} \hat{N}_{ik} \tag{24.7}$$

$$i = 1,2,\ldots,n,$$

für die Bevölkerung dagegen

$$\tilde{B}_i = \Psi(\hat{B}_{ik}) = \sum_{k=1}^{p} \hat{B}_{ik} \qquad i = 1,2,\ldots,n, \tag{24.8}$$

und schließlich für die durchschnittliche Nachfrage der Gesamtbevölkerung

$$\tilde{v}_i = \Psi(\hat{B}_{ik},\hat{v}_{ik}) = \frac{\sum_{k=1}^{p} \hat{B}_{ik}\hat{v}_{ik}}{\sum_{k=1}^{p} \hat{B}_{ik}} \tag{24.9}$$

$$i = 1,2,\ldots,n.$$

Es ist jedoch zu beachten, daß diese Beispiele ausgesprochen einfache Deskriptionen darstellen.

d. Die Deskriptionsfehler

Um die Ergebnisse der Repräsentation des Makrophä-

nomens y durch $\hat{y}$ mit den Deskriptionen von y durch $\hat{\phi}$ vergleichen, und damit die Bedeutung der Substruktur untersuchen zu können, ist es erforderlich, analog den Bewertungsmaßstäben der Repräsentation entsprechende Maßstäbe für die Deskriptionsfehler zu bestimmen, also d_D, r_D und χ_D.

Aus den vielen möglichen Ergebnissen, die sich beim Vergleich von Makrorepräsentationen und Deskriptionen ergeben können, werden nun einige besonders wichtige, insbesondere die Grenzfälle, herausgegriffen und hinsichtlich ihrer Bedeutung für die Basisanalyse untersucht.

α. Wenn alle jeweils einander zugehörigen Makrorepräsentationen und Deskriptionen im wesentlichen übereinstimmen, so ist damit eine gewisse gegenseitige Überprüfung[1] und Bestätigung der bei der Repräsentation und bei der Deskription verwendeten Zusammenhangshypothesen für die zugrunde gelegte Zeitspanne der Vergangenheit gegeben. In diesem Fall können die ermittelten Deskriptionen, wenigstens bis auf weiteres, als beste Deskriptionen bezeichnet werden. Im folgenden wird die beste Deskription mit D^* symbolisiert. Aus der nahezu völligen Übereinstimmung von Makrorepräsentation und Deskription kann aber noch kein Hinweis darauf abgeleitet werden, daß die Makrorepräsentation und die Deskription auch für die Prognose von gleicher Relevanz sind.

β. Falls die Makrorepräsentation eines Zusammenhangs durch besondere Störungen oder konjunkturelle Einflüsse beeinträchtigt ist, so daß die Makrorepräsentation nicht ganz befriedigt hat, so ist nun an Hand der bei der Vorbereitung der Deskription vorgenommenen Repräsentationen der Substrukturphänomene zu untersuchen, ob diese Störungen oder konjunkturellen Einflüsse auf einen einzelnen Substrukturzusammenhang oder eine Teilmenge dieser Zusammenhänge zurückgeführt werden können. Ist dies der Fall, so kann für den entsprechend *reduzierten* Makro-

[1] Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 63.

zusammenhang ein von diesen Störungen oder konjunkturellen Einflüssen befreiter Makrozusammenhang gebildet werden, der ebenfalls durch die entsprechende Deskription zu überprüfen ist und überarbeitet werden muß, bis R* und D* ermittelt sind.

Wenn sich z.B. herausstellt, daß von den Teilnachfragen N_k nur N_g und N_q gestört bzw. wesentlich konjunkturell beeinflußt sind, dann ist also das neue, reduzierte Makrophänomen $N - (N_g + N_q)$ zu verwenden.

Durch eine solche Reduktion wird die Zukunftsrelevanz des Makrozusammenhangs u.U. wesentlich erhöht. In jedem Falle ist es aber von Bedeutung für die Basisanalyse, auf diese Weise die Störungen und konjunkturellen Einflüsse zu isolieren und damit einer speziellen Behandlung zugänglich zu machen.

γ. Zeigen sich jedoch wesentliche Differenzen zwischen der Makrorepräsentation und der Deskription, ohne daß diese Differenzen auf Störungen oder konjunkturelle Einflüsse zurückgeführt werden können, so sind alle Zusammenhangshypothesen R* zu überprüfen, bis beide Verfahren zu einem hinreichend gleichen Ergebnis führen und damit D* bestimmt werden kann oder die Ursachen der aus methodischen oder sonstigen Gründen aufgetretenen Differenzen geklärt sind.

e. Die Analyse der Substruktur im Hinblick auf die weitere Entwicklung

Zwar ist der Vergleich von Makrorepräsentationen und Deskriptionen von großer Bedeutung für die Basisanalyse, noch wesentlicher als dieser Vergleich ist jedoch, daß die Gesamtheit der Repräsentationen von Zusammenhängen und Entwicklungen von Substrukturphänomenen auf Hinweise zukünftiger Veränderungen der Substruktur des Makrophänomens hin untersucht wird. Das ergibt sich aus der Überlegung, daß selbst dann, wenn, bezogen auf die jeweilige Zeitspanne der Vergangenheit, die Makrorepräsentation und die Deskription zu nahezu identischen Ergebnissen führen, ihre Relevanz für die

Zukunft völlig verschieden sein kann.

Aus der Vielzahl der möglichen Ursachen für solche Unterschiede in der Relevanz werden nun zwei besonders wichtige Fälle ausgewählt und näher untersucht.

α. Angenommen, unter den besten Repräsentationen R^*, die im Rahmen der Deskriptionsberechnung und des Vergleichs mit der Makrorepräsentation ermittelt worden sind, befinde sich eine Repräsentation $\hat{N}_{is}$, k = 1,2, ...,s,...,p, deren Werte, ausgehend von einem für die Gesamtnachfrage zunächst bedeutenden Niveau, laufend abnehmen und mit dem Ende des Beobachtungszeitraumes den Wert Null erreicht haben. Eine nähere Untersuchung ergebe, daß diese bestimmte Nachfrage in Zukunft nicht mehr auftreten wird. Während des ganzen Betrachtungszeitraumes sei jedoch die Abnahme von $\hat{N}_{is}$, und zwar in völliger Übereinstimmung mit den empirischen Beobachtungen, von völlig gleichen Zunahmen bei der Repräsentation einer anderen Teilnachfrage oder einer Gruppe von Teilnachfragen kompensiert worden. Dann weist die Entwicklung der Gesamtnachfrage N_i während des Beobachtungszeitraumes eine konstante Höhe auf, wenn alle übrigen Teilnachfragen konstant sind. Angesichts dieser Entwicklungen in der Substruktur von N_i würde die daraus folgende Konstanz der Makrorepräsentation, falls sie auch für die Zukunft *unterstellt* wird, zu einer Fehlprognose führen, obwohl sie für den Beobachtungszeitraum eine durchaus zutreffende Makrorepräsentation darstellt. Falls die zukünftige Entwicklung in diesem Fall jedoch mit Hilfe der Deskription beschrieben wird, gelangt die Prognose, falls nicht noch andere Gesichtspunkte zu beachten sind, zu einer richtigen Vorausbestimmung der weiteren Entwicklung. Wichtig ist, daß gesehen wird, daß diese Unterschiede in der Zukunftsrelevanz zwischen Makrorepräsentation und Deskription auch dann auftreten können, wenn sowohl χ als auch die Analyse der einzelnen Fehler für die Beobachtungszeit zu einer völligen Übereinstimmung geführt haben.

Für den Fall, daß die übrigen Teilnachfragen nicht konstant sind, sondern z.B. zunehmen, wird, unter sonst gleichen Verhältnissen, die zukünftige Zunahme der Nachfrage durch die Makrorepräsentation unterschätzt.

Nehmen, wieder unter sonst gleichen Verhältnissen, dagegen die übrigen Teilnachfragen ab, so wird, für den Fall, daß die bisher schon zunehmenden Nachfragebereiche stärker expandieren als die bisher schon abnehmenden an Bedeutung verlieren, fälschlicherweise von einer abnehmenden Gesamtnachfrage ausgegangen, während die zukünftige Nachfrage, entgegen der bisherigen Entwicklung, sogar zunehmen wird.

In allen drei Fällen kann die Unterschätzung der Nachfrage u.U. zur Folge haben, daß die Kapazität des Unternehmens nicht entsprechend den zukünftigen Erfordernissen ausgebaut wird, und der Markt besser informierten Konkurrenten überlassen wird, mit allen Nachteilen, die sich daraus für die Marktstellung des Unternehmens ergeben können.

Bei den eben betrachteten Fällen kann die Abnahme der Teilnachfrage N_{is} z.B. dadurch verursacht werden, daß von der Bevölkerungsgruppe B_{is} bisher das Produkt des Unternehmens, für das die Prognose erstellt werden soll, gekauft wurde, weil diese Gruppe ein bestimmtes komplementäres Gut nachfragte, und daß dieses komplementäre Gut durch eine technische Neuerung substituiert worden ist, für dessen Gebrauch das Gut des Unternehmens aber kein Komplement darstellt, während bei den übrigen Gruppen B_{ik}, $k \neq s$, die Verwendung des Gutes nicht an dieses Komplement gebunden war. Solche Veränderungen in der Substruktur der Nachfrage sind u.U. ohne besondere Untersuchungen für die Leitung des Unternehmens nicht ohne weiteres transparent.

ß. Es sei in den letzten Jahren der Beobachtungsperiode ein neues, für die Zukunft wesentliches Substrukturphänomen aufgetreten. Bei der Suche nach der besten Makrorepräsentation R^* hat sich dieses neue

Phänomen u.U. wie eine temporäre Störung ausgewirkt, obwohl es tatsächlich für das Makrophänomen von nachhaltiger Bedeutung sein wird. Durch die Untersuchung der Substruktur kann diese Tatsache jedoch ermittelt und entsprechend bei der Prognose berücksichtigt werden.

Bei der Nachfrage kann ein solches neues Substrukturphänomen z.B. dadurch entstehen, daß sich eine bestimmte Altersgruppe aus einer umfassenderen Altersgruppe ausgliedert, sich also im Verhalten von einer Gruppe zu unterscheiden beginnt, mit deren durchschnittlichem Verhalten sie bis dahin übereinstimmte, oder dadurch, daß eine neue soziale Gruppe auf Grund der Herausbildung neuer Berufe oder der Erweiterung bereits vorhandener Berufsgruppen entsteht, oder auch durch das Auftreten eines neuen komplementären Gutes, das von einer bereits vorhandenen sozialen Gruppe besonders stark aufgegriffen und nachhaltig in die Lebensgewohnheiten dieser Gruppe aufgenommen wird.

Bei der Ermittlung von D können bei der Addition von Substrukturabstraktionen statt R selbstverständlich auch Γ und Ξ verwendet werden. Ebenso kann auch bei der Untersuchung von Substrukturen auf die Querschnittsanalyse zurückgegriffen werden.

2. Die Untersuchung der homogenen Unterregionen des Prognoseraumes[1]

Ähnlich wie bei Makrorepräsentationen kann bei Repräsentationen, und in diesem Falle auch bei Deskriptionen, wenn diese für den Prognoseraum als Gesamtheit berechnet werden, der Fall eintreten, daß eine Konstanz der abhängigen Phänomene ermittelt wird, die auf kompen-

[1] Im Zusammenhang mit diesem Abschnitt vgl. z.B.: D. Schröder, Prognosen über Regionalmärkte. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 46 (1966), S. 221 ff. H. Jürgensen, a.a.O., S. 322 ff. Fisher, Kaysen, a.a.O., S. 2. "One of the more striking results ... is ... that there are substantial differences in behavior in different regions of the country which must be taken into account in any explanation of demand."

sierende Entwicklungen zwischen den einzelnen homogenen Unterregionen des Prognoseraumes zurückgeht, die zwar bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes wirksam bleiben, dann jedoch nicht mehr auftreten.

Formal stellt also die Gliederung des Prognoseraumes in homogene Unterregionen etwas Ähnliches dar wie die Gliederung eines Makrophänomens in Substrukturphänomene. Daher wird sie hier im Rahmen der Untersuchung der Substruktur diskutiert.

Um solche Prognosefehler, die sich aus der Verwendung derartiger, für den Prognoseraum als Ganzes ermittelten Abstraktionen ergeben würden, zu vermeiden, ist es also erforderlich, die relevanten Entwicklungen des Prognoseraumes aus den Entwicklungen der homogenen Unterregionen durch das Deskriptionsverfahren, analog der Deskription der Entwicklung eines Makrophänomens, zusammenzusetzen.

Weiter ist, ebenfalls in Analogie zur Untersuchung von Makrophänomenen, zu prüfen, ob Störungen und konjunkturelle Einwirkungen auf ganz bestimmte homogene Unterregionen zurückgeführt werden können. Selbst wenn dann für die durch diese Störungen oder die Konjunktur besonders betroffenen Unterregionen die Entwicklung, trotz aller Bemühungen, kryptometamorph bleibt, kann die Entwicklung, auf Grund der relativen Ungestörtheit bzw. der geringen konjunkturellen Auswirkungen in den übrigen Regionen, für den übrigen Prognoseraum u.U. völlig phanerometamorph werden, während, ohne Zerlegung in Unterregionen, möglicherweise die Entwicklung für den gesamten Prognoseraum kryptometamorph bliebe.

Für jede homogene Unterregion des Prognoseraumes sind also nach den Verfahren R→ÜZ und $R\overrightarrow{}_{W}$ die besten Abstraktionen R^*, Γ^*, Ξ^* und D^* für alle für die Prognose relevanten Makro- und Substrukturphänomene zu ermitteln und den entsprechenden Gesamtentwicklungen des Prognoseraumes zur Überprüfung aller Hypothesen gegenüberzustellen.

§ 25. Der Hintergrund

1. Grenzfälle der Analyse des Prognoseraumes

Sobald die Untersuchung aller brauchbaren empirischen Beobachtungen über Zustände und Entwicklungen der für die Prognose relevanten Phänomene des Prognoseraumes mit Hilfe der Gesamtheit der problemadäquaten Methoden und Verfahren beendet worden ist, sind die Möglichkeiten der Basisanalyse, soweit sie von den dem Prognoseraum entnehmbaren empirischen Beobachtungen abhängen, erschöpft. Da also in dieser Hinsicht keine weiteren wesentlichen Untersuchungen mehr möglich sind, ist nun ein Punkt der Prognosearbeit erreicht, der es erfordert, Klarheit darüber zu erlangen, was bisher erreicht worden ist. Aus der Vielzahl der möglichen Ergebnisse, die sich nach einer solchen kritischen Prüfung des Erreichten ergeben können, werden nun zwei Grenzfälle herausgegriffen und näher betrachtet.

a. Angenommen, alle Zusammenhänge und Entwicklungen der jüngeren Vergangenheit des Prognoseraumes seien trotz der Ausschöpfung aller Möglichkeiten der Datenbeschaffung und trotz Anwendung aller problemadäquaten Methoden und Verfahren völlig kryptometamorph geblieben, z.B. weil die Kontingenz so erheblich ist, daß die ermittelten Abstraktionen nahezu nichts aussagen, weil die Basiszeit so kurz ist, daß die gegenwärtigen Kausalvarianten noch nicht bestimmt werden können, oder weil starke temporäre Störungen während der letzten Jahre der Beobachtungszeit keine hinreichende Bestimmung von Zusammenhängen und Entwicklungen, die von irgendeiner Zukunftsrelevanz sein könnten, zulassen, während gleichzeitig auf Grund qualitativer Anhaltspunkte und Überlegungen mit großer Sicherheit angenommen werden kann, daß diese Störungen bald beendet sein werden und daß nach ihrem Ende andere Zusammenhänge und Entwicklungen relevant sein werden als vor diesen Störungen. Wäre die Basisanalyse allein auf die Daten des Prognoseraumes angewiesen, so müßte angesichts der eben angenommenen Ergebnisse der Versuch einer wissenschaftlichen Prognose der langfristigen Entwicklung eines sozialökonomischen Phänomens als geschei-

tert angesehen und abgebrochen werden - was bei einer für ein Unternehmen versuchten Prognose u.U. bedeuten würde, daß sehr viel Zeit und erhebliche finanzielle Mittel, wenigstens hinsichtlich des eigentlichen Zieles der Arbeiten, ergebnislos eingesetzt worden wären.

b. Nun wird dagegen angenommen, daß die Übergangszonen klar erkennbar sind, eine lange Basiszeit gegeben ist, daß eindeutig beste Abstraktionen bestimmt werden konnten, daß die einzelnen Abstraktionsmethoden, insbesondere also R, D, Γ und Ξ einander nicht widersprechen, sondern sich gegenseitig bestätigen, daß die qualitativen Untersuchungen und Überlegungen die quantitativen Ergebnisse stützen, daß die Kontingenz nicht erheblich ist und daß die Analyse der Substruktur im Hinblick auf die weitere Entwicklung keine Hinweise auf eine verminderte Zukunftsrelevanz der ermittelten Makrozusammenhangs- und -entwicklungshypothesen liefert. Aber selbst in diesem Falle, in dem die Ergebnisse aller bisher diskutierten Methoden und Verfahren nicht besser sein könnten als hier angenommen worden ist, besteht über die gegenwärtig gültigen Zusammenhänge und Entwicklungen des Prognoseraumes noch keine hinreichende Klarheit, und zwar nicht nur bezüglich ihrer Zukunftsrelevanz, sondern auch hinsichtlich der bisherigen Gegebenheiten. Das folgt unmittelbar daraus, daß die bisherigen Untersuchungen noch nichts darüber aussagen, welche Bedeutung der Hintergrund der einzelnen Abstraktionen besitzt. Es ist also noch nicht untersucht worden, ob die ermittelten Zusammenhänge und Entwicklungen von so grundlegenden Evolutionsvorgängen hervorgerufen worden sind, daß sie auch durch an sich ungünstige regionale Hintergrundbedingungen nicht verhindert werden können, oder ob bestimmte Merkmale des Hintergrundes so bedeutend sind, daß die Zusammenhänge und Entwicklungen ein so typisches regionales Gepräge zeigen, das sich ohne diese besonderen Hintergrundbedingungen nicht herausbilden könnte, d.h. daß diese Zusammenhänge und Entwicklungen eine so geringe Autonomie besitzen, daß sie bei anderen Hintergrundgegeben-

heiten auch andere regionale Eigentümlichkeiten entwickeln würden. Dieser durch die Gesamtwirkung des Hintergrundes ausgeübte Einfluß auf die konkrete Gestalt der Zusammenhänge und Entwicklungen kann aber offenbar nicht mit Hilfe von Prognoseraumdaten hinreichend untersucht werden, weil der Prognoseraum während der Basiszeit nur jeweils *einen* Hintergrund bzw. *eine* Hintergrundevolution aufweist, da es aber zur Beurteilung dieser Hintergrundwirkung erforderlich ist, die Auswirkung *verschiedener* Hintergründe beobachten zu können.

2. Der Parallelraum[1]

Die Überlegungen über die unter Verwendung aller brauchbaren empirischen Beobachtungen des Prognoseraumes erzielten Ergebnisse führen also zu dem Schluß, daß eine hinreichende Analyse der gegenwärtig relevanten Zusammenhänge und Entwicklungen der Phänomene des Prognoseraumes allein mit Hilfe der aus dem Prognoseraum entnehmbaren Beobachtungen nicht möglich ist, ganz gleichgültig, wie erfolgreich bzw. erfolglos die Analyse der Prognoseraumdaten im übrigen gewesen ist.

Was der Basisanalyse bisher noch fehlt, ist also eine Untersuchung von Zusammenhängen und Entwicklungen unter Beibehaltung der Evolutionsphase, jedoch bei teilweise wesentlich verschiedenem Hintergrund. Eine solche Untersuchung ist offenbar nur dann möglich, wenn neben dem Prognoseraum weitere Regionen zur Verfügung stehen, die sich gegenwärtig in der gleichen Phase der sozialökonomischen Evolution befinden wie der Prognoseraum, also *Parallelregionen* im Sinne der sozialökonomischen Evolution sind. Daß solche Parallelregionen bestehen und untersucht werden können, ist also von großer Bedeutung

[1]Vgl. zu diesem Abschnitt z.B.: Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 79. Bonhoeffer, a.a.O., S. 65. "... das (Ergebnis muß) .. verglichen mit ... vergleichbaren Entwicklungen im Ausland ökonomisch interpretierbar sein." Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 61. J. v. Rees, Absatzprognosen für internationale Märkte. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 44 (1964), S. III. Kuznets, On Moving Correlation, a.a.O., S. 131 ff.

für die Basisanalyse.

Damit eine Region als Parallelregion des Prognoseraumes verwendbar ist, muß sie sich im großen und ganzen, d.h. mit hinreichend vielen Komponenten des Hintergrundes, in der gleichen sozialökonomischen Entwicklungsphase befinden wie der Prognoseraum, während bei einzelnen dieser Komponenten durchaus wesentliche Unterschiede bestehen können und bis zu einem gewissen Grade auch bestehen sollten.

Parallelregionen dieser Art können sowohl Regionen sein, die dem gleichen Staat angehören wie der Prognoseraum, als auch Regionen anderer Staaten des gleichen Kontinents oder anderer Kontinente. Es wird jedoch in aller Regel so sein, daß eine Parallelregion nicht mit dem Staatsgebiet des anderen Staates identisch ist, da nur Teile des jeweiligen Staates über die notwendigen Merkmale eines Parallelraumes verfügen, so daß auch nur diese Teile oder zuweilen auch Zusammenfassungen von Grenzgebieten mehrerer Staaten eine Parallelregion bilden.

Erweist es sich als unmöglich, Parallelregionen zu finden, die die gleiche Regionalstruktur aufweisen wie der Prognoseraum, so ist es erforderlich, Parallelregionen für die einzelnen homogenen Unterregionen des Prognoseraumes zu ermitteln.

Die Gesamtheit aller Parallelregionen des Prognoseraumes wird als *Parallelraum* bezeichnet.

3. Die Analyse der Parallelregionen und der Vergleich mit dem Prognoseraum

Sobald mit Hilfe theoretischer Überlegungen und empirischer Beobachtungen die Parallelregionen festgelegt worden sind, werden die auf die empirischen Daten des Prognoseraumes angewandten Methoden und Verfahren auch auf die entsprechenden Beobachtungen und Informationen der Parallelregionen angewandt. D.h., es wird ermittelt, ob sich die ÜZ der einzelnen Hypothesen ähnlich zueinander verhalten wie im Prognoseraum, wie lang die Basiszeit ist und

welche Hypothesen die besten sind. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden dann mit denen verglichen, die sich aus der Prognoseraumanalyse ergeben haben.

Aus der Vielzahl der möglichen Ergebnisse, die sich bei der Untersuchung einer einzelnen Hypothese ergeben können, werden nun einige besonders wichtige Fälle herausgegriffen und näher betrachtet.

a. Wird zunächst der zu Beginn des ersten Abschnittes betrachtete Fall wieder aufgegriffen, in dem angenommen wurde, daß die Zusammenhänge und Entwicklungen der jüngeren Vergangenheit völlig kryptometamorph geblieben sind, so sind vor allem zwei Möglichkeiten von Bedeutung.

α. Angenommen, die Zusammenhänge und Entwicklungen sämtlicher Parallelregionen erweisen sich als ebenso kryptometamorph wie die des Prognoseraumes[1]. In diesem Fall besteht keine Möglichkeit, eine wissenschaftliche Prognose mit Hilfe von Daten zu erstellen, die aus Regionen entnommen wurden, die im wesentlichen den gleichen Entwicklungsstand aufweisen wie der Prognoseraum.

β. Sind dagegen die Zusammenhänge und Entwicklungen in den Parallelregionen im Gegensatz zum Prognoseraum völlig phanerometamorph, so ergeben sich aus der Parallelraumanalyse u.U. Anhaltspunkte, die es erlauben, z.B. gestörte Zusammenhänge und Entwicklungen wenigstens annähernd zu bestimmen, d.h. abzuschätzen, wie diese Zusammenhänge und Entwicklungen beschaffen wären, wenn sie nicht unter der Wirkung dieser Störungen gestanden hätten, was von Bedeutung ist, wenn Hinweise dafür gegeben sind, daß die gegenwärtigen, aber gestörten Zusammenhänge und Entwicklungen noch für eine für die Prognose wesentliche Zeitspanne relevant, jedoch im weiteren Verlauf nicht mehr gestört sein werden.

---

[1]Das ist insbesondere dann durchaus möglich, wenn alle Parallelregionen zur gleichen ökonomischen Großregion gehören wie der Prognoseraum. Es ist daher wesentlich, gerade solche Parallelregionen nicht zu vernachlässigen, die in entfernten, möglichst mit dem Parallelraum nicht zusammenhängenden Gebieten liegen.

b. Nun wird der Fall näher betrachtet, in dem angenommen wurde, daß die Prognoseraumanalyse durchweg erfolgreich war. Auch hier werden wieder zwei Fälle aus der Vielzahl der möglichen Fälle herausgegriffen.

α. Erweisen sich die Zusammenhänge und Entwicklungen der Parallelregion trotz aller Bemühungen als völlig kryptometamorph, so bedeutet dies, daß die Basisanalyse aus den bereits diskutierten Gründen unvollständig und damit weniger tragfähig bleiben muß.

β. Führt dagegen die Parallelraumanalyse in allen Parallelregionen ebenfalls zu durchweg klaren Ergebnissen, so ist dies für die Prognose u.U. von erheblicher Bedeutung, denn in diesem Falle können die Ergebnisse der Prognose- und Parallelraumanalyse dazu genutzt werden, zwei Gruppen von Zusammenhängen und Entwicklungen zu unterscheiden.

aa. Weisen alle oder einige der sowohl bei der Prognoseraum- als auch bei der Parallelraumanalyse ermittelten Zusammenhänge und Entwicklungen im wesentlichen die gleichen unabhängigen Variablen sowie die gleichen Verschachtelungen als relevant aus und sind die Werte der τ hinreichend gleich, so folgt daraus, daß sich diese Zusammenhänge und Entwicklungen in allen untersuchten Regionen durchsetzen konnten. Gehen diese Zusammenhänge und Entwicklungen gut erkennbar auf bestimmte neue, der gegenwärtigen Evolutionsphase eigentümliche Verhältnisse zurück, die sich in allen Parallelregionen in gleicher Weise durchsetzen konnten, dann sind diese Zusammenhänge und Entwicklungen, wenn sie auch durch qualitative Überlegungen begründet werden können, als nahezu zwingend notwendige Kausal- bzw. Evolutionsvarianten zu betrachten, d.h. als solche, die fast notwendigerweise mit einer bestimmten Evolutionsphase verbunden sind. Die besondere Bedeutung dieser Zusammenhänge und Entwicklungen, die im folgenden als *Nezessarzusammenhänge* und *-entwicklungen* bezeichnet werden, liegt darin, daß von ihnen, wenn die gegenwärtige homogene Zeitspanne noch für einige Zeit erhalten

bleibt, mit einiger Sicherheit erwartet werden kann, daß sie sich auch weiterhin gegen regionale Besonderheiten des Prognoseraumes durchzusetzen vermögen. Abstraktionen, die diese Eigenschaft aufweisen, werden im folgenden mit den Symbolen R^{**}, D^{**}, Γ^{**} und Ξ^{**} bezeichnet.

bb. Bestehen dagegen zwischen den jeweiligen Zusammenhängen und Entwicklungen des Prognoseraumes und der Parallelregionen wesentliche Unterschiede, die auf regionale Besonderheiten der einzelnen Regionen zurückgeführt werden können, z.B. auf bestimmte Verhaltensweisen, die sich auch gegenüber solchen Evolutionsvorgängen zu behaupten vermochten, die sich in anderen Regionen durchsetzten, oder z.B. auf bestimmte Gegebenheiten wie klimatische Daten, politische Institutionen etc., dann ist bei diesen Zusammenhängen und Entwicklungen des Prognoseraumes davon auszugehen, daß sie sich, im Gegensatz zu den Nezessarzusammenhängen und -entwicklungen, bei Veränderungen bestimmter regionaler Gegebenheiten in einer Weise verändern, die für die Prognose von Bedeutung ist. Diese wesentlich von den regionalen Gegebenheiten geprägten Zusammenhänge und Entwicklungen werden im folgenden als *Pekuliarzusammenhänge* und *-entwicklungen* bezeichnet.

4. Hintergrund und Kontingenz

Die in dieser Abhandlung wiedergegebenen kausaltheoretischen Überlegungen führen zu dem Ergebnis, daß die Aussagekraft jeder Abstraktion vom Ausmaß der Kontingenz bestimmt wird, oder, im Hinblick auf die Prognose, bezogen auf eine ganz bestimmte Hypothese, von den zukünftigen Veränderungen der Gesamtwirkung des Hintergrundes und der Substruktur. Während die Zukunftsrelevanz der Veränderungen der Substruktur jedoch bereits im Rahmen der Prognoseraumanalyse bestimmbar war, konnten wesentliche Aufschlüsse über die Zukunftsrelevanz des Hintergrundes erst dadurch gewonnen werden, daß mit Hilfe des Parallelraumes zwischen Nezessar- und Pekuliarzusammenhängen bzw. -entwicklungen unterschie-

den wurde, also zwischen Zusammenhängen und Entwicklungen mit weitgehender bzw. geringer Autonomie der Abstraktion bezüglich der Veränderungen des Hintergrundes.

Mit diesen Überlegungen wird die Basisanalyse beendet, da nach der Untersuchung des Parallelraumes keine weiteren Untersuchungen über die gegenwärtige Evolutionsphase an Hand von Beobachtungen aus gleich weit entwickelten Räumen mehr möglich sind.

9. Kapitel: Die Extrapolation

§ 26. Die "klassische" Prognosemethode

1. Die Technik der Extrapolation

Die Basisanalyse hatte vor allem die Aufgabe, die gegenwärtig gültigen Kausal- und Evolutionsvarianten zu ermitteln und damit die Ausgangssituation für die weitere Entwicklung aller relevanten Phänomene des Prognoseraumes quantitativ zu bestimmen. Mit dem Abschluß der Basisanalyse ist der erste Teil der Arbeit an einer Prognose beendet.

Die für den zweiten Teil einer Prognose erforderlich werdenden Überlegungen über die Möglichkeiten der quantitativen Bestimmung von Zukunftswerten der für die Prognose relevanten Phänomene werden zunächst auf die Repräsentation, R, beschränkt.

Bei der mit Hilfe der Regression durchgeführten Repräsentation von Zusammenhängen und Entwicklungen wurde im Rahmen der Basisanalyse so vorgegangen, daß auf Grund von empirischen Beobachtungswerten aller explizit beteiligten Phänomene Parameter bestimmt wurden, die, bezogen auf die zugrunde gelegte Zeitspanne, eine Abstraktion des jeweiligen Zusammenhangs oder der Entwicklung darstellten. Durch diese Methode ergab sich folgende Möglichkeit: Wurden in die zunächst allgemeine Regressionsgleichung des betreffenden Zusammenhangs oder der betreffenden Entwicklung die empirischen Parameter eingesetzt, also die empirische Formel gebildet und dann die quantitativen Beobachtungswerte der unabhängigen Phänomene vom Zeitpunkt i statt der allgemeinen Variablen verwendet, so ergab die Lösung der Gleichung den Repräsentationswert des abhängigen Phänomens zum Zeitpunkt i, $i = 1,2,\ldots,n$.

Diese Repräsentationstechnik legt den Gedanken nahe, daß mit Hilfe einer im Rahmen der Basisanalyse ermit-

telten empirischen Formel zukünftige Werte der abhängigen Variablen berechenbar sein müßten, nämlich dann, wenn nicht vergangene, sondern zukünftige Werte der unabhängigen Variablen eingesetzt werden. Die Frage ist nun, unter welchen Bedingungen dies möglich ist[1].

Eine erste Bedingung für diese Möglichkeit der Bestimmung von Zukunftswerten mit Hilfe einer im Rahmen der Basisanalyse ermittelten Repräsentation besteht offenbar darin, daß die zukünftige Entwicklung des abhängigen Phänomens von genau den gleichen unabhängigen Phänomenen bestimmt wird wie die vergangene Entwicklung, denn nur diese in der Vergangenheit beobachteten Phänomene sind explizit von der empirischen Formel erfaßt worden.

Die zweite Bedingung ist, daß die Zukunftswerte der unabhängigen Phänomene bekannt sein müssen, wenn sie in die empirische Formel eingesetzt werden sollen, da sie nicht selbst aus der empirischen Formel folgen, mit deren Hilfe ja nur das abhängige Phänomen der jeweiligen Formel bestimmt wird.

Schließlich folgt noch als dritte Bedingung, daß die auf Grund vergangener Zusammenhänge und Entwicklungen bestimmten empirischen Parameter auch für die Zukunft relevant sein müssen.

Sind diese drei Bedingungen, die im folgenden kurz als erste bis dritte Extrapolationsbedingung bezeichnet werden, erfüllt, dann ist es offenbar möglich, mit Hilfe der im Rahmen der Basisanalyse ermittelten empirischen Formeln bzw. Repräsentationen die zukünftigen Entwicklungen der Phänomene zu bestimmen, für die Kausal- und Evolutionsvarianten bestimmt worden sind. Werden also z.B. in die empirische Formel die den zukünftigen Zeitpunkten $p = 1,2,\ldots$, zugeordneten und bekannten Werte der unabhängigen Variablen eingesetzt, dann liefert sie die zukünftigen Werte der abhängigen Variablen für die Zeitpunkte $n + p$ und damit die Entwicklung dieses abhängigen Phänomens.

[1]Vgl. z.B. Anderson und Winckler, a.a.O., S. 87.

Die auf diese Weise vorgenommene Bestimmung von Zukunftswerten der abhängigen Variablen, die sich bezüglich der numerischen Methode in der Literatur sowie in der Praxis nahezu ausschließlich auf die Methode F^2 stützt, wird als *Extrapolation* bezeichnet, und, wenn als unabhängige Variable nur die Zeit auftritt, als *Trendextrapolation*[1].

In gewisser Weise kann die Extrapolation angesichts der wissenschaftlichen Diskussion und der Praxis der letzten Jahrzehnte als "klassische"[2] Prognosemethode bezeichnet werden.

Der Begriff der Extrapolation wird in dieser Abhandlung auf alle Arten der Repräsentation angewendet, unabhängig davon, welche der Methoden von F^θ zur Bestimmung der Parameter herangezogen worden ist.

Sind nun auf Grund von empirischen Beobachtungen, die in den vergangenen Zeitpunkten $i = 1,2,\ldots,n$ vorgenommen wurden, die Parameter einer Repräsentationshypothese berechnet worden, dann ergeben sich unter Verwendung dieser Parameter sowie der bekannten oder vorgegebenen Zukunftswerte $x_{(n+p)j}$, $p = 1,2,\ldots$, die *Extrapolationswerte* zu y, die im folgenden mit $\vec{y}_{n+p}$ bezeichnet werden, also

---

[1]Vgl. z.B.: Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 30 ff. Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 322 ff. Menges, Ökonometrie, a.a.O., S. 215 ff. J.J. Thomas, a.a.O., S. 137. K. Röhricht, Mittelfristige Bedarfsprognose in der Versorgungswirtschaft. Dargestellt am Beispiel der kommunalen Stromversorgung. (Fachschriften zur Gemeindeprüfung und Gemeindeberatung.) Stuttgart u. Köln 1966. S. 28 ff. Ebenda, S. 35 ff. Anderson und Winckler, a.a.O., S. 85 ff. G. Bombach, Zu: Kuhlo, Die Wachstumsprognose, insbesondere auch die Prognose der Produktivitätsentwicklung. In: Diagnose und Prognose, a.a.O., S. 414. Derselbe, Wirtschaftswachstum und Stabilität. Eine theoretische Analyse. In: Wachstum und Konjunktur. Bombach, Riese, Raabe, Giersch, Senf, Henschel. (Lebendige Wirtschaft, Bd. 21.) Darmstadt u. Opladen 1960. S. 39. R. Berger, Sales Forecasting. "Chemical Engineering Progress", New York, N.Y., Vol. 55 (1959), S. 41. Bonhoeffer, a.a.O., S. 16 ff. König, a.a.O., S. 279. Mackenroth, a.a.O., S. 149 ff. Kuhlo, a.a.O., S. 234.

[2]Bombach, Über die Möglichkeit, a.a.O., S. 45.

$$(26.1) \quad \vec{y}_{n+p} = f\{x^{\tau}_{(n+p)j},\ \sigma,\ \theta\} \qquad \begin{matrix} i = 1,2,\ldots,n \\ p = 1,2,\ldots \\ j = 1,2,\ldots,m \end{matrix}$$

wobei σ auf die Verschachtelungen und θ auf das jeweilige Repräsentationsverfahren der der Extrapolation zugrunde liegenden Zusammenhangs- und Evolutionshypothese hinweist[1]. Da also die Extrapolationswerte völlig von den Parametern der jeweiligen im Rahmen der Basisanalyse empirisch ermittelten Regression sowie den nicht aus dieser Regression folgenden Zukunftswerten der unabhängigen Variablen bestimmt werden, kann für den allgemeinen Fall auch geschrieben werden

$$(26.2) \quad \vec{y}_{n+p} = f\{R_{\sigma},\ x_{(n+p)j}\},$$

wobei R_{σ} die Gesamtheit der empirischen Parameter bedeutet.

Bei den Methoden Γ und Ξ werden direkt, im Gegensatz zur Methode R, nicht die Parameter, sondern die abhängigen Variablen bestimmt. Die Parameter gehen als vorberechnete Konstante in die Gleichungssysteme Γ und Ξ ein und die verzögerten, exogenen bzw. autonomen Größen als empirische Beobachtungen. Trotz dieser Verschiedenheit bei der Analyse von Vergangenheitswerten besteht jedoch hinsichtlich der Berechnung von Zukunftswerten kein wesentlicher Unterschied zwischen den Methoden R, D, Γ und Ξ, denn auch bei diesen Methoden werden, bei konstant gehaltenen Parametern, die Zukunftswerte dadurch bestimmt, daß die entsprechenden verzögerten, exogenen bzw. autonomen Größen für einen bestimmten Zeitpunkt vorgegeben werden. Da also die Berechnung von Zukunftswerten im wesentlichen auf die gleiche Weise und unter den gleichen Hypothesen vorgenommen wird wie bei der Extrapolation mit Hilfe der Methode R, wird der Begriff der Extrapolation auch auf die Berechnung von Zukunftswerten auf Grund der Methoden Γ und Ξ ausgedehnt.

Extrapolationswerte werden mit Hilfe simultaner

[1] Vgl. z.B. Anderson und Winckler, a.a.O., S. 87 f.

Gleichungssysteme, Γ, ermittelt, indem, sobald die Parameter und die Werte $w_{(n+p)j}$, $z_{(n+p)k}$ bekannt sind, Gleichung (18.6) gelöst wird, wodurch Vektor y den Inhalt

$$(26.3) \quad \vec{y}_{(n+p)} = \{\vec{\gamma}_{1(n+p)}, \vec{\gamma}_{2(n+p)}, \ldots, \vec{\gamma}_{m(n+p)}\}'$$

erhält. Es kann also allgemein geschrieben werden

$$(26.4) \quad \vec{y}_{(n+p)} = f\{\Gamma, w_{(n+p)}, g_{(n+p)}\},$$

wobei Γ hier als Symbol für die Menge der Elemente der Matrizen A, M und N verwendet wird.

Sind bei der Input-Output-Analyse die a_{ij} und die Zukunftswerte der Endnachfrage bekannt und werden sie in Gleichung (19.8) eingesetzt, so ergeben sich daraus die Zukunftswerte der Gesamtnachfrage[1]

$$(26.5) \quad \vec{x}_{(n+p)} = \{\vec{\xi}_{1(n+p)}, \vec{\xi}_{2(n+p)}, \ldots, \vec{\xi}_{m(n+p)}\}'.$$

Allgemein kann nun, wenn Ξ als Symbol für die Menge der a_{ij} aufgefaßt wird, geschrieben werden

$$(26.6) \quad \vec{x}_{(n+p)} = f\{\Xi, b_{(n+p)}\}.$$

Da die Methode D lediglich eine Aggregation von Abstraktionen darstellt, wird der Begriff der Extrapolation auch auf das die Methode D verwendende Verfahren der Berechnung von Zukunftswerten ausgedehnt.

Die Deskription von Zukunftswerten von Makrophänomenen ergibt sich, den Gleichungen (26.1) bzw. (26.2) entsprechend, durch das Verfahren

$$(26.7) \quad \vec{\phi}_{n+p} = \Psi\{\vec{y}_{n+p}, \vec{\gamma}_{n+p}, \vec{\xi}_{n+p}\}$$

was, wenn auf die unabhängigen Variablen der Strukturzusammenhänge, x_i, $1 = 1,2,\ldots,q$, und sämtliche Parameter der in D zusammengefaßten Substrukturzusammenhänge und -entwicklungen zurückgegriffen wird, auch folgender-

[1] In den Ausdrücken (26.5) und (26.6) bedeutet n nicht, wie in der Darstellung der Input-Output-Analyse, die Anzahl der Industrien, sondern, ebenso wie in den voraufgegangenen Ausdrücken, die Anzahl der Beobachtungen.

maßen geschrieben werden kann

$$(26.8) \qquad \vec{\phi}_{n+p} = f\{D,\ x^{\tau}_{n+p},\ w_{n+p},\ g_{n+p},\ b_{n+p}\}.$$

Da hinsichtlich der Extrapolation zwischen den Methoden R, D, Γ und Ξ keine wesentlichen Unterschiede bestehen, werden diese Abstraktionsverfahren nun zusammengefaßt, indem die Extrapolationswerte $\vec{y}$ und $\vec{\phi}$ sowie die Elemente der Vektoren $\vec{y}$ und $\vec{x}$, also $\vec{\gamma}$ und $\vec{\xi}$, einheitlich mit $\vec{v}$ und die Zukunftswerte der unabhängigen, exogenen bzw. autonomen Variablen, also x und die Elemente der Vektoren w, g und b, einheitlich mit h_j, $j = 1,2,\ldots,n$, bezeichnet werden. Unter Verwendung dieser Symbole kann nun, in Zusammenfassung der Ausdrücke (26.2), (26.4), (26.6) und (26.8), also unabhängig davon, welches Abstraktionsverfahren verwendet wird, geschrieben werden

$$(26.9) \qquad \vec{v}_{n+p} = f\{A,\ h_{(n+p)j}\}.$$

Die Extrapolation wird im folgenden, je nachdem welche Methode verwendet wird, mit R→Ex, D→Ex, Γ→Ex, Ξ→Ex und allgemein mit A→Ex symbolisiert.

2. Die Ermittlung der Zukunftswerte der unabhängigen Variablen[1]

Bei der Extrapolation von Evolutionsvarianten, die im folgenden als *Evolutionsextrapolation* bezeichnet wird, bereitet die Bedingung, daß die Zukunftswerte der unabhängigen Variablen bekannt sein müssen, keiner-

[1] Zur Ermittlung und zur Bedeutung der unabhängigen Variablen vgl. Krelle, Möglichkeiten und Grenzen, a.a.O., S. 72. Gerfin, Die kurzfristige Konjunkturprognose, a.a.O., S. 106. Anderson und Winckler, a.a.O., S. 87 f. Kuhlo, a.a.O., S. 233 f. Bombach, Über die Möglichkeit, a.a.O., S. 35. H. Theil and R.H. Mnookin, The Information Value of Demand Equations and Predictions. "The Journal of Political Economy", Chicago, Ill., Vol. LXXIV (1966), S. 34. H.J. Barnett, Specific Industry Output Projections. In: Long-Range Economic Projection. By the Conference on Research in Income and Wealth, National Bureau of Economic Research. (Studies in Income and Wealth, Vol. 16.) Princeton 1954. S. 214.

lei Schwierigkeiten, da in diesem Falle nur die Zeit als unabhängige Variable auftritt, deren numerische Werte mit Sicherheit ohne weitere Berechnung bekannt sind[1], da hier lediglich die Ziffernfolge, die den Beobachtungszeitpunkten der Vergangenheit im Rahmen der Basisanalyse zugeordnet wurde, in die Zukunft hinein zu verlängern ist. Wurden bei der Berechnung der Evolutionsvariante z.B. als unabhängige Variable x_{ij} die ganzen Zahlen 1,2,...,n herangezogen, wobei n der Wert von x_{ij} zum Zeitpunkt der letzten statistisch erfaßten Beobachtung des abhängigen sozialökonomischen Phänomens x_j ist, dann stellen die ganzen Zahlen n + 1, n + 2,..., die unabhängigen Variablen $h_{(n+p)j}$ dar.

Ist dagegen nicht eine Evolutions-, sondern eine Kausalvariante zu extrapolieren, also eine *Kausalextrapolation* durchzuführen, bei der andere unabhängige Variable h_j als die Zeit, nämlich sozialökonomische Phänomene verwendet werden, dann sind die Zukunftswerte der h_j in aller Regel nicht ohne weiteres bekannt. In nahezu allen Fällen wird es notwendig sein, die h_j ebenfalls mit Hilfe der Extrapolationstechnik zu bestimmen, bevor die Extrapolationswerte $\vec{v}$ berechnet werden können. Das bedeutet, daß bei Kausalvarianten die Extrapolation zur Voraussetzung der Extrapolation wird.

Sollen die h_j, j = 1,2,...,m, nicht durch Kausal-, sondern durch Evolutionsvarianten bestimmt werden, so ist im Rahmen der Basisanalyse nicht nur die Kausalvariante zu ermitteln, mit deren Hilfe der Zusammenhang zwischen v und den h_j dargestellt wird, sondern es sind auch die insgesamt m Evolutionsvarianten der h_j zu berechnen. Bei den Extrapolationsarbeiten sind dann zunächst die m Evolutionsvarianten zu extrapolieren und dann, indem die dabei ermittelten Extrapolationswerte in die Kausalvariante eingesetzt werden, die Extrapolationswerte $\vec{v}$. Dieser Fall wird im folgenden als *zweistufige* Extrapolation bezeichnet, weil hier zur Berechnung der $\vec{v}$ zwei Extrapolationsschritte nach-

[1] Bonhoeffer, a.a.O., S. 16.

einander auszuführen sind.

Erweist es sich jedoch auf Grund theoretischer und praktischer Überlegungen als sinnvoll, alle oder einige der h_j ebenfalls durch Kausalvarianten zu bestimmen, wobei die k_n, $n = 1,2,\ldots,g$, alle dabei auftretenden unabhängigen Phänomene seien, die ihrerseits durch Evolutionsvarianten bestimmt werden, so ist ein dreistufiges Extrapolationsverfahren erforderlich. Im Rahmen der Basisanalyse sind also g Evolutions- und bis zu m + 1 Kausalvarianten zu bestimmen. Zunächst werden die Extrapolationswerte $\vec{k}$ ermittelt, mit deren Hilfe die $\vec{h}$ und unter Verwendung dieser unabhängigen Variablen schließlich die $\vec{v}$.

Allgemein gilt also, daß, wenn n-mal die unabhängigen Variablen durch Kausalvarianten bestimmt werden sollen, eine (n + 1)-stufige Extrapolation vorliegt. Tritt dagegen im Ausdruck (26.9) nur die Zeit als unabhängige Variable auf, dann handelt es sich stets um eine einstufige Extrapolation.

Die Extrapolationen, die zu berechnen sind, weil die unabhängigen Variablen durch Kausalvarianten bestimmt werden sollen, werden im folgenden als *zusammenhangsbedingte* Extrapolationen bezeichnet.

Aus den bisherigen Überlegungen folgt, daß eine Extrapolation nur dann durchführbar ist, wenn alle unabhängigen Variablen der jeweils letzten Extrapolationsstufe *ausschliesslich* durch Evolutionsvarianten bestimmt werden.

Eine Gruppe von Evolutionsvarianten, die gerade so zusammengestellt ist, daß, sobald mit ihrer Hilfe die entsprechenden Extrapolationswerte bestimmt worden sind, die Extrapolation aller für die Prognose relevanten Kausalvarianten möglich ist, wird als *Initialsystem* bezeichnet.

Da sämtliche Kausalextrapolationen von den Evolutionsextrapolationen des Initialsystems beeinflußt sind, hängen die Extrapolationswerte der für die Prognose relevanten Phänomene weitgehend von der Qualität der in das Initialsystem eingegangenen Evolutionsvarianten ab. Es ist daher erforderlich, nur solche Evolutionsvarianten in ein Initialsystem aufzunehmen, die auf Grund der Gesamtheit der im

Rahmen der Basisanalyse durchgeführten Untersuchungen als besonders sicher erscheinen. Insbesondere sollten in aller Regel nicht die Evolutionsvarianten jener sozialökonomischen Phänomene in das Initialsystem aufgenommen werden, deren Entwicklung ausschließlich durch eine Evolutionsvariante bestimmt werden konnte, sondern es ist möglichst von den Entwicklungen solcher Phänomene auszugehen, für die Kausalvarianten ermittelt werden konnten, die nicht nur auf Grund der Verfahren R→ÜZ und $R_{W}^{\rightarrow}$ die besten Abstraktionen A* darstellen, sondern die insbesondere auf Grund der Analyse der Substruktur für die Zukunft relevant erscheinen und zugleich Nezessarzusammenhänge darstellen. Aber auch die Auswahl von Evolutionsvarianten, die für die Basiszeit die Entwicklung des betreffenden Phänomens ebenso gut wiedergeben wie eine Kausalvariante, die die eben aufgestellten Anforderungen erfüllt, bedeutet nur, daß es sich bei den in das Initialsystem aufgenommenen Evolutionsvarianten um Entwicklungen handelt, die im Rahmen der Basiszeit gut interpretierbar sind, sie ändert aber nichts daran, daß die Extrapolation der auf diese Weise zusammengestellten Evolutionsvarianten letzten Endes doch nur eine Evolutions- und keine Kausalextrapolation ist. Trotz dieser Einschränkung ist m.E. für die Prognose wesentlich, daß ein Initialsystem aus Evolutionsvarianten zusammengestellt wird, die diesen Anforderungen genügen.

Die Gesamtheit der für die Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen wesentlichen Kausal- und Evolutionsvarianten wird als *Basis-* oder *Analysemodell* bezeichnet und die Gesamtheit der sich aus ihnen ergebenden Extrapolationen, zuzüglich jener Evolutionsvarianten, die in das jeweilige Initialsystem eingehen, als *Extrapolationsmodell*. Jede Variation des Initialsystems führt zu einem neuen Extrapolationsmodell.

Um den Einfluß, den die Evolutionsextrapolationen des jeweiligen Initialsystems auf die Ergebnisse der Kausalextrapolationen haben, überprüfen zu können, ist es notwendig, mehrere voneinander wesentlich unterschie-

dene Initialsysteme zu verwenden und die Entwicklungen, die sich jeweils aus den Kausalextrapolationen ergeben, zu vergleichen.

§ 27. Eine kritische Prüfung

1. Gegenwärtige Auffassungen

Die Extrapolation hat stets im Mittelpunkt der Diskussion um die Prognose gestanden und ist sowohl in der theoretisch ausgerichteten Literatur als auch in der Praxis immer von Bedeutung gewesen, gleichgültig, ob sie nun akzeptiert und mit der Prognose identifiziert wurde, wie insbesondere in vielen mathematisch-statistischen Abhandlungen über die Prognose, oder ob sie als unzulänglich und primitiv abgelehnt worden ist[1].

Eine unwidersprochene Beurteilung der Extrapolation hat sich bisher nicht herausgebildet. Die gegenwärtig m.E. herrschende Meinung steht der Gleichsetzung von Extrapolation und Prognose jedoch ablehnend gegenüber.

Ob die Extrapolation angesichts der Realstruktur der sozialökonomischen Evolution eine Prognose langfristiger

[1] Vgl. in diesem Zusammenhang z.B. Röhricht, a.a.O., S. 32 f. Anderson und Winckler, a.a.O., S. 85 f. W.A. Jöhr und F. Kneschaurek, Die Prognose als Basis der Wirtschaftspolitik. In: Diagnose und Prognose, a.a.O., S. 420. "Eine Prognose setzt indessen mehr voraus als das bloße Errechnen und Extrapolieren vergangener Entwicklungstendenzen." Auf der gleichen Seite kommen die beiden Autoren jedoch auch zu dem Schluß: "Insoweit wir es nun aber in Wirtschaft und Gesellschaft mit eigentlichen Massenerscheinungen zu tun haben, zeigt die Zahl der Ereignisse ... eine erstaunliche Konstanz im Zeitverlauf. Damit ist eine Prognose auf Grund einer einfachen Extrapolation ohne weiteres möglich." Menges, Ökonometrie, a.a.O., S. 215 ff. Ezekiel, Fox, a.a.O., S. 322 ff. Tinbergen, Die Prognose als Basis der Wirtschaftspolitik, a.a.O., S. 436 f. H.H. Landsberg, L.L. Fischman, and J.L. Fisher, Resources in America's Future. Patterns of Requirements and Availabilities 1960-2000. Baltimore, Md., 1963. S. 55. Long-Range Projections for Economic Growth. The American Economy in 1970. (National Planning Association. A Staff Report, Planning Pamphlet No. 107.) Washington, D.C., 1959. S. 1 ff. Stewart, a.a.O., S. 55. "... mere extrapolation of a secular trend ... I consider this the "ostrich" technique of forecasting."

sozialökonomischer Entwicklungen darstellt, ist nun zu untersuchen.

2. Die Extrapolationsbedingungen und die zunehmende Komplexität des sozialökonomischen Systems

Die Extrapolation dient der Ermittlung von Zukunftswerten der abhängigen Variablen. Da es die Aufgabe der Prognose ist, die in Zukunft wirklich eintretende Entwicklung dieser Variablen, also des abhängigen Phänomens, hinreichend genau vorauszubestimmen, muß sie insbesondere dem Evolutionsmerkmal der Komplexitätsaugmentation genügen, bzw. darf diese zumindest nicht durch Annahmen ausschließen. Um also entscheiden zu können, ob die formale Struktur der Extrapolation der realen Struktur der sozialökonomischen Evolution entspricht, sind zunächst die Extrapolationsbedingungen in dieser Hinsicht näher zu untersuchen.

a. Aus der ersten Extrapolationsbedingung folgt, daß das Extrapolationsmodell nur solche Phänomene explizit enthalten kann, die bereits im Basismodell explizit enthalten sind, d.h. es kann nur solche Phänomene berücksichtigen, die in der Vergangenheit beobachtet werden konnten. Daraus folgt, daß die Extrapolation die zukünftige Komplexitätsaugmentation nicht zu erfassen vermag. Sobald also für die zukünftige Entwicklung eines abhängigen Phänomens ein neues, erst in Zukunft auftretendes Phänomen so wesentlich sein wird, daß es von einer Abstraktion, die die weitere Entwicklung des abhängigen Phänomens hinreichend vorausbestimmen soll, explizit als unabhängiges Phänomen berücksichtigt werden müßte, kann die Extrapolation keine Abstraktion mehr liefern, die durch die zukünftige Entwicklung hinreichend bestätigt würde.

b. Aber selbst in den Fällen, in denen wenigstens für eine Zeitspanne, die länger ist als diejenige, über die prognostiziert werden soll, keine neuen Phänomene auf die weitere Entwicklung des abhängigen Phänomens einen so wesentlichen Einfluß gewinnen, daß sie expli-

zit in der Kausalvariante berücksichtigt werden müßten, kann nicht ohne weitere Überprüfung davon ausgegangen werden, daß Extrapolation und Prognose identisch sind. Das folgt daraus, daß durch Veränderungen im Hintergrund sowie in der Substruktur, u.U. durch Phänomene, die nicht quantitativ, sondern nur qualitativ faßbar sind, die Parameter der im Rahmen der Basisanalyse ermittelten Kausal- oder Evolutionsvarianten ihre Relevanz für die weitere Entwicklung verlieren können. Damit führt auch die dritte Extrapolationsbedingung zu dem Ergebnis, daß die Extrapolation die Auswirkungen der zunehmenden Komplexität des sozialökonomischen Systems nicht zu erfassen vermag.

c. Soweit zusammenhangsbedingte Extrapolationen auf Grund der ersten oder dritten Bedingung zu keinem hinreichenden Ergebnis führen, ist auch die zweite Extrapolationsbedingung nicht erfüllt, denn in diesem Fall können keine relevanten Zukunftswerte der unabhängigen Variablen bestimmt werden, soweit diese aus Kausal- oder Evolutionsvarianten abgeleitet werden müssen. Die Extrapolation führt also in diesem Fall auch dann zu einer unzureichenden Aussage über die weitere Entwicklung des abhängigen Phänomens, wenn keine neuen expliziten Phänomene zu berücksichtigen sind, und die Parameter für die gesamte Zeitspanne, über die prognostiziert werden soll, relevant bleiben.

3. Die Extrapolation und das homogene Zeitintervall

Die Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen hat nicht die Aufgabe, die weitere Entwicklung für eine unbegrenzte Zukunft zu bestimmen, sondern lediglich für den Zeitraum, der sich aus den Bedürfnissen des jeweiligen Unternehmens ergibt. D.h., daß sich daraus, daß die Extrapolation die zunehmende sozialökonomische Komplexität nicht zu erfassen vermag, nicht notwendigerweise ergibt, daß sie ungeeignet ist, die zukünftige Entwicklung abhängiger sozialökonomischer Phänomene so zu bestimmen, daß die mit ihrer Hilfe getroffenen Aussagen durch die reale Weiterentwicklung bestätigt

werden. Vielmehr muß die Extrapolation, wenn die im Rahmen der Basisanalyse ermittelten Kausal- und Evolutionsvarianten wirklich zutreffende Abstraktionen der Entwicklung während der Basiszeit darstellen, so lange die weitere Entwicklung richtig vorausbestimmen, wie diese Kausal- und Evolutionsvarianten, einschließlich der den zusammenhangsbedingten Extrapolationen zugrunde liegenden Kausal- und Evolutionsvarianten, in Zukunft relevant bleiben. Die erste in Zukunft auftretende Übergangszone, die ein für die jeweilige Abstraktion wesentliches Phänomen betrifft, beendet also die Relevanz der der Extrapolation zugrunde liegenden Kausal- und Evolutionsvarianten. Das Überschreiten einer Übergangszone bedeutet jedoch nicht notwendigerweise eine Beeinträchtigung der rein quantitativ gesehenen Richtigkeit der Extrapolationswerte der abhängigen Variablen, da es nicht ausgeschlossen ist, daß sich die sich aus mehreren gleichzeitigen Übergangszonen ergebenden Veränderungen kompensieren.

Aus diesen Überlegungen folgt, daß, solange die Extrapolation nicht über die den jeweiligen Abstraktionen zugehörigen zukünftigen Übergangszonen hinausgeht, die Extrapolation eine hinreichende Aussage über die weitere Entwicklung liefert.

Wenn Extrapolationsmodelle also ihrer formalen Struktur nach geeignet wären, die jeweiligen nächsten Übergangszonen und damit das Ende des für die Prognose relevanten homogenen Zeitintervalls zu bestimmen, dann könnte gesagt werden, daß die Extrapolation dadurch die zunehmende Komplexität des sozialökonomischen Systems berücksichtigt, daß sie angibt, ab wann diese zunehmende Komplexität einen Grad erreicht, der die Relevanz der gegenwärtigen Kausal- und Evolutionsvarianten aufhebt.

Zur Prüfung der Frage, welche Möglichkeiten gegeben sind, mit Hilfe eines Extrapolationsmodells diese Übergangszonen zu ermitteln, werden nun zwei Grenzfälle betrachtet.

a. Angenommen, die durch Extrapolation ermittelten Werte aller relevanten Phänomene stellten sinnvolle Entwicklungen dar, ergäben zusammen eine widerspruchsfreie Struktur, veränderten sich kaum, wenn das Initialsystem variiert wird, stimmten mit den entsprechenden Berechnungen für den Parallelraum überein, und diese Vereinbarkeit aller Ergebnisse bliebe auch dann erhalten, wenn über sehr lange Zeiträume extrapoliert wird, dann folgt daraus nicht, daß die mit Hilfe dieses Modells ermittelten Entwicklungen in Zukunft tatsächlich eintreten werden oder sogar eintreten müssen, daß sich also das gegenwärtige homogene Zeitintervall noch weit in die Zukunft hinein erstrecken muß. Das ergibt sich aus der Überlegung, daß schon das Auftreten eines einzigen, für die jeweilige Prognose wesentlichen neuen Phänomens die zukünftigen Zusammenhänge und damit die Größenordnungen und Strukturen derart verändern kann, daß viele Zusammenhänge und Entwicklungen so erheblichen Veränderungen unterworfen sein werden, daß die Abstraktionen des gegenwärtigen homogenen Zeitintervalls ihre Relevanz verlieren. Wenn ein solches neues Phänomen auftritt, dann sind, entgegen den Erwartungen auf Grund des Extrapolationsmodells, u.U. noch innerhalb des Zeitintervalls, über das prognostiziert werden soll, Übergangszonen gegeben[1].

b. Führen andererseits einige Extrapolationen des

[1]Aus diesen Überlegungen folgt u.a. auch, daß die Zukunftsrelevanz einer Repräsentation nicht in dem Maße zunehmen muß, in dem die Korrelation dem Wert von 1 zustrebt, insbesondere kann also auch nicht davon ausgegangen werden, daß eine Repräsentation mit höherem Korrelationskoeffizienten für die weitere Entwicklung relevanter sein muß als eine mit niedrigerem. Ferber, A Study, a.a.O., S. 60, kommt z.B. auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis: "The coefficient of determination is not a reliable indicator of predictive accuracy." Ebenda, S. 50. "... the apparent inverse relationship between goodness of fit and predictive accuracy is attributable largely to differences in the period of fit, which leads us to conclude that when different periods of fit are involved, the use of goodness of fit as a criterion of predictive accuracy can be highly misleading." Vgl. z.B. auch Reutlinger, a.a.O., S. 93.

Extrapolationsmodells, unabhängig davon, welches Initialsystem verwendet wird, schon nach der Berechnung weniger Extrapolationswerte, also noch innerhalb des Zeitraumes, über den prognostiziert werden soll, zu absurden[1] Ergebnissen und folgt aus dem Extrapolationsmodell eine absurde sozialökonomische Struktur, unterliegen die Extrapolationen, die nicht zu absurden Entwicklungen führen, erheblichen Veränderungen, wenn das Initialsystem variiert wird und unterscheiden sich die für den Prognoseraum ermittelten Ergebnisse wesentlich von denen, die für den Parallelraum erarbeitet worden sind, so ist das noch kein Beweis dafür, daß die Parameter der den Extrapolationen zugrunde liegenden Kausal- und Evolutionsvarianten mit Sicherheit keine Relevanz für die Zukunft besitzen. Solche Ergebnisse können also nicht als Beweis dafür genommen werden, daß die im Rahmen der Basisanalyse ermittelten Abstraktionen für die Zukunft, spätestens vom Auftreten der ersten absurden Extrapolationsergebnisse an, irrelevant sind. Extrapolationsergebnisse dieser Art sind u.U. lediglich Hinweise darauf, daß die sozialökonomische Entwicklung des Prognoseraumes an einen Punkt gelangt ist, der die Verwendung bisher wirtschaftlich nicht genutzter neuer technischer Möglichkeiten und das Auftreten neuer Verhaltensweisen, also das Auftreten neuer sozialökonomischer Phänomene, geradezu herausfordert. Solange diese neuen Phänomene nicht explizit in die Abstraktionen aufgenommen werden müssen, also ausnahmslos Hintergrund- und Substrukturphänomene darstellen, kann nicht ausgeschlossen werden, daß diese Phänomene einander bezüglich ihrer Einwirkung auf die Kausal- und Evolutionszusammenhänge so kompensieren, daß sich die Gesamtwirkung des Hintergrundes und der Substruktur bei allen Kausal- und Evolutionsvarianten nicht wesentlich verändert, während zugleich die Entwicklungen der unabhängigen Phänomene

[1] Zur Interpretation sinnloser bzw. nicht akzeptierter Extrapolationsergebnisse in der Literatur vgl. z.B. Kuhlo, a.a.O., S. 256.

durch die Einwirkung dieser neuen Phänomene so beeinflußt werden, daß sie nicht mehr absurd sind und damit das homogene Zeitintervall weit länger in die Zukunft hineinreichen wird, als es an Hand des Extrapolationsmodells möglich erscheint.

Aus der Betrachtung dieser beiden Fälle ergibt sich, daß Extrapolationsmodelle keine sichere Aussage darüber zu liefern vermögen, wie weit das gegenwärtige homogene Zeitintervall sich in die Zukunft hinein erstrecken wird, wie lange also die gegenwärtigen Kausal- und Evolutionsvarianten in Zukunft relevant bleiben werden.

4. Die Beurteilung der Extrapolation

Daraus, daß die Extrapolation weder die zunehmende Komplexität[1] des sozialökonomischen Systems zu berücksichtigen noch das Ende des gegenwärtigen homogenen Zeitintervalls zu bestimmen vermag, also nur dann als Prognose bezeichnet werden könnte, wenn die Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen als einfache Prolongation der gegenwärtigen Kausal- und Evolutionsvarianten interpretiert würde[2], ergibt sich m.E., daß ihre formale Struktur der realen Struktur der sozialökonomischen Evolution in so wesentlichen Punkten nicht genügt, daß sie nicht mit der Prognose gleichgesetzt werden sollte.

---

[1] Vgl. hierzu z.B. die Ausführungen über Strukturepochen von Bombach, Über die Problematik, a.a.O., S. 4 f.

[2] Vgl. hierzu z.B. H. Ohm, Allgemeine Volkswirtschaftspolitik. Bd. I: Systematisch-theoretische Grundlegung. (Sammlung Göschen, Bd. 1195.) Berlin 1962. S. 51. "... daß die Prognose methodologisch im Prinzip nichts anderes als die zeitliche Übertragung einer beobachteten historischen Entwicklung bzw. Situation in die Zukunft darstellt." Kuznets, Concepts and Assumptions, a.a.O., S. 11 ff.

10. Kapitel: Die Prognose

§ 28. Der Leitraum

1. Die Untersuchung weiter entwickelter sozialökonomischer Systeme und ihrer Evolution

a. Vergleiche unterschiedlich fortgeschrittener Regionen in der Prognoseliteratur

Da die Extrapolation keine Prognose darstellt, ist nun zu prüfen, ob es unter Beachtung aller Merkmale der Kausalität und der Evolution möglich ist, über die Prolongation vergangener Entwicklungen hinaus zu Prognosen zu gelangen, die der Realstruktur der sozialökonomischen Evolution genügen.

Sowohl in der Literatur über die sozialökonomische Evolution als auch in der Prognoseliteratur im engeren Sinne finden sich einige Hinweise auf prognostische Möglichkeiten, die bei den Erörterungen über die Extrapolation noch nicht betrachtet worden sind.

Bombach wies darauf hin, daß sich das Eindringen von Gütern in den Markt in auffälliger Regelmäßigkeit vollzieht, und daß es daher möglich ist, durch einen Blick auf die bereits weiter entwickelten Länder Anhaltspunkte für die Entwicklung in einem noch weniger weit fortgeschrittenen Land zu finden[1].

Gerfin kommt, ebenfalls im Zusammenhang mit der Sättigungsprognose, zu gleichen Ergebnissen wie Bombach. Dabei hebt er ausdrücklich hervor, daß durch den Vergleich zwischen verschieden weit fortgeschrittenen Regionen innerhalb eines Landes oder mehr noch durch internationalen Vergleich Hinweise auf die Entwicklung im

---

[1] Bombach, Über die Möglichkeit, a.a.O., S. 55. "Ein Blick auf die in der Entwicklung fortgeschrittenen Länder liefert, dafür (für das "Hineinwachsen in die Sättigung") gute Anhaltspunkte. Der Weg des Hineinwachsens in die Sättigung zeigt von Produkt zu Produkt auffällige Regelmäßigkeiten." (Einfügung von mir.)

"eigenen Land" ermittelt werden können, die über das hinausgehen, was aus dem "heimischen Material" entnommen werden kann[1].

Von Kneschaurek sind Möglichkeiten, die Marktsättigung durch internationale Vergleiche zu prognostizieren, am Beispiel der Textilindustrie dargestellt worden[2].

Besonders eingehend hat sich Fourastié mit den prognostischen Möglichkeiten, die sich aus solchen internationalen Vergleichen ergeben, beschäftigt. Auf Grund seiner empirischen Untersuchungen kommt er zu dem Schluß, daß steigendes Einkommen pro Kopf in allen Ländern mit vergleichbaren Umschichtungen des Verbrauchs verbunden ist[3]. Diese Beobachtung erklärt Fourastié damit, daß,

---

[1] Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 79. "Bestehen innerhalb des Landes unterschiedlich fortgeschrittene Regionen, so mögen sich aus den divergierenden Zuständen weitere Anhaltspunkte (für die "Fixierung der Obergrenze", d.h. des "maximal möglichen" Sättigungsgrades) ergeben. Schließlich steht als vielleicht aussagefähigster Ansatz der internationale Vergleich zur Verfügung ... Da die USA auf den meisten Gebieten, andere europäische Länder in Einzelfällen wirtschaftlich voraus sind, kann ein Blick "hinüber" oftmals wertvolle Hinweise ergeben, wohin die Entwicklung im eigenen Land einmal führen mag, Hinweise, die aus dem heimischen Material nicht zu ziehen sind." (Einfügung von mir.) Vgl. in diesem Zusammenhang z.B. auch folgende Hinweise: A. Vazsonyi, Die Planungsrechnung in Wirtschaft und Industrie. Wien u. München 1962. S. 28. Kuznets, Concepts and Assumptions, a.a.O., S. 14 ff. Gerfin, Die kurzfristige Konjunkturprognose, a.a.O., S. 106. R. Fricke, Zur qualitativen Analyse der Wirtschaftsstruktur. In: Diagnose und Prognose, a.a.O., S. 179 ff. Einige Autoren weisen allgemein auf die Möglichkeiten der Analogie hin, ohne jedoch auf den Vergleich mit fortgeschritteneren Volkswirtschaften direkt einzugehen. R.M. Kirby, A Comparison of Short and Medium Range Statistical Forecasting Methods. "Management Science", Baltimore, Md., Vol. 13, Series B and C (1967), S. 208. R.M. Weidenhammer, Economic Forecasts and Projections. Some Past Failures and New Methods. In: Diagnose und Prognose, a.a.O., S. 367.

[2] F. Kneschaurek, Langfristige Marktprognosen in der Unternehmungsplanung exportorientierter Industrien. "Außenwirtschaft", Zürich u. St. Gallen, Jg. 21 (1966), S. 142 ff.

[3] Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 61. "Des glissements comparables sont observés dans tous les pays au fur et à mesure que le niveau de vie s'y améliore."

unter der Voraussetzung, daß sich Menschen in ähnlichen wirtschaftlichen Verhältnissen ähnlich verhalten, die grundlegenden Evolutionsvorgänge auch zu ähnlichen Etappen im Verhalten führen müssen[1]. Damit ist es also, nach Fourastié, möglich, von der Situation des am weitesten entwickelten Landes auf die weitere, zu prognostizierende Entwicklung in einem noch weniger weit fortgeschrittenen Land zu schließen[2].

---

[1] Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 68. "Nous avons, au point de vue de la science économique pure, la chance d'observer dans le monde actuel une série de nations qui n'en sont pas au même point dans la voie du progrès technique. On peut donc penser qu'elles franchiront les unes après les autres des étapes analogues; ..." Ebenda, S. 68 f. "A l'interieur de chaque secteur, et jusque dans le détail le plus précis de l'activité professionelle, les bouleversements sont également profonds et de même sens dans toutes les nations. Il nous paraît donc également prévisible que ces tendances s'imposent à l'homme avec une force telle qu'il peut en retarder l'échéance, notamment à l'occasion d'une guerre, mais qu'elles se réaliseront inévitablement à long terme. Il semble y avoir là des conséquences inhérentes à la nature même du progrès technique et à la nature de l'homme à qui l'on offre des possibilités croissantes de consommation. La base philosophique de la prévision est donc en définitive l'unité de la personne humaine; elle consiste à supposer que, placé dans des circonstances économiques analogues, au moins depuis quelques générations, un groupe d'homme suffisamment nombreux se comporte de manière analogue."

[2] Ebenda, S. 68. "... ainsi en étudiant ce qui s'est produit dans les pays les plus avancés, nous pourrons avoir une idée de ce qui se produira dans les pays les plus en retard. En d'autres termes, nous pouvons avoir une idée générale de l'évolution de ces phénomènes aléatoires, provoqués essentiellement par le progrès technique et influencés par les innombrables choix de chaque consommateur, simplement par le fait que le monde présente à notre observation des pays qui s'échelonnent sur la route du temps." Ebenda, S. 202. "... nous ne nous risquons pas à en fixer ici le taux par rapport à la consommation de l'an 1800. Il est plus raisonnable d'évaluer la consommation maxima probable de secondaire à partir de la consommation actuelle de secondaire dans un pays riche comme les U.S.A." Vgl. in diesem Zusammenhang bezüglich der Veränderung von Verhaltensweisen sowie der Ermittlung von Verhaltensweisen und Verbrauchsgewohnheiten in der Vergangenheit z.B. G. Katona, Das Verhalten der Verbraucher und Unternehmer. Über die Beziehungen zwischen Nationalökonomie, Psychologie und Sozialpsychologie. Hrsg. von E. Boettcher; passim.

b. Leitregion, Evolution und Kausalität

Den von Bombach, Gerfin, Kneschaurek und Fourastié betrachteten prognostischen Möglichkeiten ist gemeinsam, daß sie auf einem Vergleich verschieden weit entwickelter sozialökonomischer Systeme beruhen. Dabei wird von der Annahme ausgegangen, daß die in der jüngeren Vergangenheit beobachteten sozialökonomischen Entwicklungen der sozialökonomisch weiter fortgeschrittenen Länder in Zukunft auch in den noch nicht so weit entwickelten Gebieten auftreten werden, also den Gebieten, über deren weitere Entwicklung eine Aussage getroffen werden soll. Diese prognostische Möglichkeit wäre, wenn sie als problemadäquat akzeptiert werden könnte, von außerordentlicher Bedeutung für die Prognose der langfristigen Nachfrage, da es mit ihrer Hilfe möglich sein würde, "zukünftige" Zustände empirisch zu beobachten. Ob ein solches Verfahren vertretbar ist, muß also nun untersucht werden.

Bei dieser Untersuchung wird von den zu Beginn dieser Abhandlung vorgenommenen Betrachtungen zum räumlichen Aspekt der sozialökonomischen Evolution sowie von kausaltheoretischen Überlegungen ausgegangen.

Die Untersuchung der sozialökonomischen Evolution der letzten zweihundert Jahre führte zu dem Schluß, daß es stets Länder gab, die in ihrer sozialökonomischen Entwicklung anderen Ländern voraus waren, und daß sich im weiteren Verlauf in diesen anderen Ländern ähnliche Entwicklungen vollzogen wie in dem jeweils führenden Land.

Wird nun angenommen, daß es für den Prognoseraum Leitregionen gibt, deren jüngst vergangene Entwicklung der weiteren Evolution des Prognoseraumes ähnlicher ist als die jüngere Entwicklung des Prognoseraumes, dann ergäben sich daraus folgende Möglichkeiten, die für die Prognose von grundlegender Bedeutung wären: In den Leitregionen könnten in deren jüngerer Vergangenheit Strukturveränderungen empirisch beobachtet werden, die im

Prognoseraum erst noch bevorstehen; vor allem aber könnten hier bereits empirisch die neuen sozialökonomischen Phänomene erkannt und bezüglich ihrer Wirkung untersucht werden, die zu einer Zunahme der Komplexität des sozialökonomischen Systems der Leitregionen geführt haben und die in Zukunft die gleiche Wirkung im Prognoseraum ausüben werden.

In kausaltheoretischer Interpretation folgt aus diesen Überlegungen, vorausgesetzt die eben aufgestellte Annahme ist erfüllt, daß mit Hilfe von Leitregionen versucht werden kann, die für das gegenwärtige homogene Zeitintervall des Prognoseraumes durch Abstraktion ermittelten Kausal- und Evolutionsvarianten daraufhin zu untersuchen, ob sie noch über die gesamte Zeitspanne, über die prognostiziert werden soll, relevant bleiben werden, bzw. ob im Hintergrund oder in der Substruktur Veränderungen vorgehen, durch die diese Abstraktionen für die Zukunft des Prognoseraumes irrelevant werden oder ob dies dadurch eintritt, daß die Parameter oder die Menge der relevanten expliziten unabhängigen Phänomene wesentlichen Veränderungen unterliegen.

2. Bedingungen für die Verwendbarkeit als Leitregion

Die Frage ist nun, ob, bezogen auf einen bestimmten Prognoseraum, jede beliebige Region, in der die sozialökonomische Evolution bereits weiter fortgeschritten ist, als Leitregion verwendet werden kann, oder ob diese Verwendbarkeit nur dann gegeben ist, wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind. Bei dieser Überlegung werden zwei Arten von Bedingungen unterschieden, zum einen spezielle, die sich aus der jeweils zu prognostizierenden Nachfrage sowie dem Prognoseraum ergeben, und allgemeine, die bei jeder Prognose zu beachten sind.

Daß nicht jede beliebige weiter entwickelte Region als Leitregion verwendet werden kann, ergibt sich allein schon daraus, daß in der Leitregion notwendigerweise in der Vergangenheit die Phänomene empirisch beobachtbar gewesen sein müssen, die für die jeweilige Prognose we-

sentlich sind und für die mit Hilfe der empirischen Daten des Prognoseraumes Abstraktionen berechnet worden sind. D.h., daß auch die Struktur der expliziten Phänomene hinreichend gleich sein muß. Ebenso muß ein hinreichend ähnlicher Hintergrund gegeben sein. Zu den relevanten Hintergrundbedingungen können, je nachdem für welche Phänomene die zukünftige Entwicklung ermittelt werden soll, neben den sozialökonomischen z.B. auch geographische und klimatische Gegebenheiten gehören.

Unabhängig davon, welche Phänomene im einzelnen für die jeweilige Prognose von Bedeutung sind, ist es wesentlich, daß eine Region, die auf ihre Eignung als Leitregion untersucht werden soll, vor allem daraufhin geprüft wird, ob sie die folgenden Bedingungen erfüllt:

a. Eine weiter entwickelte Region sollte in der Regel dann nicht als Leitregion verwendet werden, wenn deren jüngste Entwicklung durch extreme Situationen beherrscht worden ist, und zwar auch dann, wenn kein unmittelbarer Einfluß dieser Ausnahmesituation auf die für die Prognose relevanten Zusammenhänge und Entwicklungen quantitativ nachweisbar ist, da es stets schwer oder sogar unmöglich ist, mit Sicherheit zu bestimmen, was in Abwesenheit solcher besonderen Vorkommnisse eingetreten wäre.

Sind mehrere weiter entwickelte Regionen vorhanden, die möglicherweise als Leitregionen geeignet sind, und sind einige davon keinen vorübergehenden und extremen Einflüssen ausgesetzt, dann bieten jedoch gerade die außergewöhnlichen Zustände in einer oder in einigen dieser Regionen die Möglichkeit zu Untersuchungen, die für die Prognose wesentlich sind. Haben nämlich die extremen Situationen keinen Einfluß, d.h., läßt sich quantitativ zeigen, daß die für die Prognose wesentlichen Zusammenhänge und Entwicklungen in allen diesen weiter entwickelten Regionen das gleiche Bild bieten, dann kann davon ausgegangen werden, daß es sich um Nezessarzusammenhänge und -entwicklungen handelt, und umgekehrt, wenn diese Zusammenhänge und Entwicklungen offensichtlich ein

erheblich verschiedenes Bild zeigen, um solche Zusammenhänge, die von besonderen Gegebenheiten stark beeinflußt werden, von denen also zu erwarten ist, daß bei größeren Differenzen zwischen Prognoseraum und Leitraum, selbst wenn sich diese nur auf den Hintergrund beziehen, mit anderen Zusammenhängen und Entwicklungen im Prognoseraum zu rechnen ist als mit denen, die in den weiter entwickelten Regionen beobachtet werden können.

Diese Bedingung, daß in der jüngeren Vergangenheit der weiter entwickelten Region keine extremen Situationen aufgetreten sein sollen, wird als Bedingung der *Ungestörtheit* bezeichnet.

b. Wenn die in einer weiter entwickelten Region empirisch beobachtbaren Zusammenhänge und Entwicklungen daraufhin überprüft werden sollen, ob sie bezüglich des Prognoseraumes in dem Sinne interpretiert werden können, daß im Prognoseraum das in Zukunft eintreten wird, was in dieser anderen Region bereits in der Vergangenheit beobachtbar ist, dann ist es zweckmäßig, eine solche Interpretation erst dann zuzulassen, wenn während der Vergangenheit eine entsprechende Gleichläufigkeit beider Regionen empirisch quantitativ nachweisbar ist. D.h. während der homogenen Zeitintervalle der weiter entwickelten Region müssen die Entwicklungen, die auch im Prognoseraum bereits empirisch beobachtbar und quantifizierbar sind, bezüglich der für die Prognose wesentlichen Zusammenhänge in der schon weiter zurückliegenden Vergangenheit der weiter entwickelten Region und in der jüngeren Vergangenheit des Prognoseraumes ein hinreichend gleiches Bild bieten. Erst wenn diese Forderung erfüllt ist, kann davon ausgegangen werden, daß beide Regionen in der Vergangenheit einer hinreichend gleichen sozialökonomischen Evolution unterworfen waren. Wenn diese empirische Basis in der Vergangenheit nicht gegeben ist, stellt eine weiter entwickelte Region keine Leitregion im Sinne dieser Abhandlung dar und sollte m.E. nicht als eine Region behandelt werden, aus deren Situation weitgehende Schlüsse auf die Weiterentwicklung

des Prognoseraumes abgeleitet werden können. Es ist jedoch darauf zu achten, daß die Gleichläufigkeit zwischen der weiter entwickelten Region und dem Prognoseraum nicht überfordert wird. Die Forderung nach hinreichender Ähnlichkeit der Zusammenhänge und Entwicklungen bezieht sich nur auf die für die Prognose wesentlichen Tatbestände. Verschiedenartigkeiten bezüglich anderer Zusammenhänge und Entwicklungen können so lange vernachlässigt werden, wie sie auch in der Vergangenheit zu keinen Differenzen bei den für die Prognose wesentlichen Zusammenhängen und Entwicklungen führten. Jedoch ist z.B. darauf zu achten, ob bei zunehmender Komplexität wesentliche Zusammenhänge zwischen bisher nicht miteinander verbundenen Gütern auftreten, daß etwa durch neue Güter oder Leistungen Güter komplementär werden, die es bisher nicht waren, und ob eines dieser Güter in der weiter entwickelten Region sich in der gemeinsamen Vergangenheit anders entwickelte als im Prognoseraum.

Die Forderung nach einer ähnlichen Entwicklung in der Vergangenheit wird als Bedingung der *Vergangenheitsähnlichkeit* bezeichnet.

c. Selbst wenn die beiden bisher betrachteten Bedingungen erfüllt sind, ist damit die Frage nach der Bedeutung, welche die der weiter entwickelten Region entnommenen Beobachtungen für den Prognoseraum besitzen, nicht hinreichend bestimmt, da es zur Beantwortung dieser Frage offenbar notwendig ist, den Entwicklungsvorsprung, den die weiter entwickelte Region vor dem Prognoseraum besitzt, näher zu bestimmen. Es ist daher zweckmäßig, verschieden lange Entwicklungsvorsprünge auf ihre Bedeutung für die Prognose zu untersuchen.

α. Führt die quantitative Untersuchung der für die Prognose relevanten Zusammenhänge und Entwicklungen sowohl in der im allgemeinen weiter entwickelten Region als auch im Prognoseraum zu im wesentlichen gleichen Abstraktionen, lediglich mit dem Unterschied, daß die Übergangszonen dieser Zusammenhänge und Entwicklungen

in der weiter entwickelten Region weiter zurückliegen als im Prognoseraum, dann befinden sich beide Regionen, bezogen auf die für die Prognose relevanten Phänomene, im gleichen homogenen Zeitintervall. Die Verwendung der weiter entwickelten Region als Leitregion hat in dieser Situation mehrere Vorteile für die Prognose der Entwicklung im Prognoseraum. Wenn die Zeit seit der letzten Übergangszone im Prognoseraum sehr kurz ist, können die Ergebnisse der Leitregion bei der Interpretation wichtige Hinweise liefern, insbesondere z.B. bei der Suche nach den besten Abstraktionen. Darüber hinaus kann aus der Beobachtung, daß die größere sozialökonomische Komplexität der weiter entwickelten Region sich noch nicht auf die für die Prognose wesentlichen Zusammenhänge und Entwicklungen ausgewirkt hat, mit größerer Sicherheit geschlossen werden, daß solche Einwirkungen für eine Zeitspanne bis zur Länge des Entwicklungsvorsprungs im Prognoseraum nicht zu erwarten sind, als dies ohne empirische Beobachtung der Leitregion möglich wäre. Solange die Kausal- und Evolutionsvarianten der Leitregion sich nicht transformieren, ist auch im Prognoseraum in aller Regel kaum mit einer wesentlichen Transformation zu rechnen.

ß. Ergibt die quantitative Untersuchung der weiter entwickelten Region dagegen, daß sich diese bereits, insbesondere unter der Einwirkung der Komplexitätsaugmentation, in einem anderen homogenen Zeitintervall befindet, daß jedoch das vor dem gegenwärtigen liegende homogene Zeitintervall bezüglich aller für die Prognose wesentlichen Zusammenhänge und Entwicklungen hinreichend gleiche Kausal- und Evolutionsvarianten aufweist wie der Prognoseraum, dann kann diese Region ebenfalls als Leitregion verwendet werden. Sie bietet in diesem Fall einige Hinweise, die einer Leitregion der im vorigen Abschnitt unterstellten Art nicht entnommen werden können. Insbesondere ermöglicht sie es, neue Phänomene, die im Prognoseraum noch nicht existent und daher noch nicht beobachtbar sind, auf ihre Bedeutung für die Prognose zu

untersuchen. Die Prognose erhält auf diese Weise die Möglichkeit, auf Grund empirischer Erfahrungen die Komplexitätsaugmentation explizit zu berücksichtigen, und damit bietet eine Leitregion dieser Art nicht nur die Möglichkeit, das Ende des gegenwärtigen homogenen Zeitintervalls des Prognoseraumes besser zu bestimmen als es ohne Beobachtungen der Leitregion, allein von Prognoseraumdaten ausgehend, möglich wäre, sondern liefert Hinweise auf die Beschaffenheit des nächsten homogenen Zeitintervalls und der ihm zugehörigen Kausal- und Evolutionsvarianten.

γ. Ist die auf ihre Eignung als Leitraum zu untersuchende weiter entwickelte Region die sowohl bezüglich der für die Prognose relevanten Phänomene als auch hinsichtlich des Gesamtzustandes des sozialökonomischen Systems am weitesten entwickelte Region überhaupt, und liegen zwischen dem Entwicklungszustand dieser Region und dem des Prognoseraumes mehrere homogene Zeitintervalle bzw. eine Entwicklungszeit von mehreren Jahrzehnten, dann ist diese weiter entwickelte Region als Leitregion für eine Prognose der langfristigen Entwicklung eines sozialökonomischen Phänomens in aller Regel nicht geeignet. Das folgt daraus, daß, nach den Erfahrungen mit der sozialökonomischen Evolution der letzten zweihundert Jahre, in diesem Falle damit gerechnet werden muß, daß der Prognoseraum die nächsten Phasen der Evolution schneller durchläuft als die weiter entwickelte Region dies in der Vergangenheit vermochte oder sogar mehrere Phasen, die diese weiter entwickelte Region durchlaufen mußte, überspringt. Bei derart großen Entwicklungsabständen zwischen zwei Regionen ist vor allem damit zu rechnen, daß technologische Phänomene im Prognoseraum in einer früheren Phase auftreten werden als dies in der gegenwärtig fortgeschritteneren Region möglich war. D.h., daß im Prognoseraum einzelne wesentliche, für den Prognoseraum neue Phänomene aus der weiter entwickelten Region übernommen werden können, die in der weiter entwickelten Region erst in einem homogenen Zeitintervall auftraten, das in dieser Region erst erreicht

wurde, nachdem sie das Intervall, in dem sich der Prognoseraum gerade befindet, bereits hinter sich gelassen hatte. In diesem Falle bildet sich im Prognoseraum eine Struktur heraus, die es in der weiter entwickelten Region nie gegeben hat, insbesondere auch dadurch, daß sich andere Substitutionsvorgänge vollziehen und andere Gruppen von komplementären Gütern bilden können. Damit ist aber zugleich die Voraussetzung gegeben, daß die weitere Evolution des Prognoseraumes in für die Prognose wesentlichen Einzelheiten von der Entwicklung in der weiter entwickelten Region so erheblich abweichen kann, daß nicht mehr davon ausgegangen werden kann, daß der Prognoseraum, bezüglich dieser Einzelheiten, bei den für die Prognose wesentlichen Zusammenhängen und Entwicklungen in hinreichendem Maße dem folgt, was in der weiter entwickelten Region in der Vergangenheit beobachtet werden kann.

Die Untersuchung der Bedeutung verschieden langer Entwicklungsvorsprünge im Verhältnis von Prognoseraum und weiter entwickelter Region führt also zu dem Ergebnis, daß es bei der Suche nach Leitregionen nicht darauf ankommen kann, solche Regionen zu ermitteln, deren Entwicklungsvorsprung gegenüber dem Prognoseraum möglichst groß ist, sondern daß es für die Verwendbarkeit einer weiter entwickelten Region als Leitregion wesentlich ist, daß zwischen den Kausal- und Evolutionsvarianten des Prognoseraumes und denjenigen der weiter entwickelten Region noch ein hinreichender Zusammenhang besteht, daß also die Möglichkeit eines kontinuierlichen Übergangs von der Situation des Prognoseraumes zur Situation der weiter entwickelten Region akzeptiert werden kann. Diese Bedingung für die Verwendbarkeit einer Region als Leitregion wird daher als Bedingung der *Kontinuität* bezeichnet.

3. Die geographische Abgrenzung der Leitregionen und die Zusammenfassung zum Leitraum

Da sich die meisten sozialökonomisch weiter entwickelten Industriestaaten aus heterogenen Regionen zusammen-

setzen, die sich sowohl bezüglich sozialökonomischer wie auch sonstiger Phänomene wesentlich unterscheiden, sind hinsichtlich der Statistiken, die Gesamtgrößen oder Gesamtdurchschnitte dieser Staaten enthalten, z.B. folgende Möglichkeiten zu beachten:

a. Es kann z.B. durchaus sein, daß die auf den Gesamtstaat bezogenen statistischen Beobachtungen zu dem Ergebnis führen, daß sich der Staat als Ganzes nicht als Leitregion eignet, während die Untersuchung einzelner Regionen dieses Staates zu dem Schluß führt, daß eine oder mehrere dieser Regionen allen speziellen und allgemeinen Bedingungen, die an eine Leitregion zu stellen sind, hinreichend genügen.

b. Umgekehrt ist es z.B. möglich, daß die auf den Gesamtstaat bezogenen Beobachtungen diesen als Leitraum geeignet erscheinen lassen, während eine Untersuchung seiner wesentlichen Teilregionen jedoch zu dem Schluß führt, daß dieser Staat als Leitregion nicht verwendbar ist, weil seine regionale Substruktur von der des Prognoseraumes völlig verschieden ist und keine der Regionen dem Prognoseraum hinreichend entspricht, so daß dieser Staat weder insgesamt noch eine seiner Regionen als Leitraum verwendbar ist.

In aller Regel wird es nicht möglich sein, Staaten als Leitregion zu verwenden, sondern es wird sich als notwendig erweisen, möglichst homogene Teilregionen dieser Staaten durch eingehende Untersuchungen zu ermitteln und genau abzugrenzen, damit möglichst keine Beobachtungen aus ungeeigneten Regionen dieses Staates die der Leitregion zu entnehmenden Beobachtungen verfälschen.

Stehen mehrere, aus einem oder mehreren Staaten entnommene Regionen als Leitregionen zur Verfügung, so ergibt sich daraus, wenn diese Regionen sich seit verschieden langer Zeit in dem homogenen Intervall des Prognoseraumes bzw. seit verschieden langer Zeit im nächsten oder übernächsten homogenen Zeitintervall befinden, eine besonders gute Möglichkeit, die nächsten, dem Prognoseraum noch bevorstehenden Evolutionsvorgänge zu beobachten.

Jede einzelne Region, die den speziellen und allgemeinen Bedingungen, die an eine Leitregion zu stellen sind, genügt, stellt eine eigene Leitregion dar. Alle zu einer bestimmten Prognose gehörenden Leitregionen werden zusammenfassend als der zu dieser Prognose gehörige *Leitraum* bezeichnet.

4. Leitraum und Leitbild (dominante sozialökonomische Systeme)

Die Erwartung, daß, wenn die drei Leitraumbedingungen, also Ungestörtheit, Vergangenheitsähnlichkeit und Kontinuität, erfüllt sind, die Entwicklung im Prognoseraum in Zukunft bezüglich der für die Prognose relevanten Phänomene im wesentlichen dem vom Leitraum vorgezeichneten Pfad folgen wird, beruhte im Grunde bei den bisherigen Überlegungen lediglich auf der Annahme, daß die technologische Entwicklung, abgesehen von zeitlichen Differenzen, überall den gleichen Weg geht, und daß die Bevölkerung auf steigendes Einkommen in weitgehend ähnlicher Weise reagiert, so daß die sozialökonomische Evolution in bestimmten Intervallen auch bestimmte, typische Nachfragesituationen hervorruft. Zwar wird diese Erwartung durch die Erfahrungen mit den letzten zweihundert Jahren der sozialökonomischen Evolution gestützt, aber eine Notwendigkeit im strengen Sinne, daß noch etwas weniger weit entwickelte Regionen den Verhaltensweisen der entwickelteren folgen, wenn sie eine entsprechende Stufe der Technologie und des Einkommens pro Kopf erreichen, besteht keineswegs, sondern es ist durchaus die Möglichkeit gegeben, die vielfältigen, vom technischen Fortschritt gegebenen Möglichkeiten in anderer Weise zu nutzen als dies in den weiter entwickelten Regionen in der Vergangenheit geschah, und dies um so mehr, je größer die pro Kopf gegebene Konsumfreiheit bei steigendem Einkommen wird.

Neben dieser Begründung der Erwartung, daß die weitere Entwicklung im wesentlichen so verläuft wie im Leitraum, also einer Begründung, bei der Leitraum und Prognoseraum nicht direkt in Beziehung gesehen werden und

bei der die Bevölkerung des Prognoseraumes eigentlich nur als passiv der gleichen Entwicklung der Verhaltensweisen unterworfen vorgestellt wird, ist eine andere Ursache für die Beobachtung, daß die weniger weit entwickelten Regionen der Entwicklung der weiter fortgeschrittenen folgen, nicht nur denkbar, sondern durchaus während der sozialökonomischen Evolution der letzten zweihundert Jahre nachweisbar. Diese weitere Begründung besteht darin, daß von der Bevölkerung weniger weit entwickelter Gebiete die Technologie und die Verhaltensweisen der Bevölkerung einer im Sinne der räumlichen Aspekte der Evolution superioren Region als vorbildlich und erstrebenswert akzeptiert werden, so daß diese weiter entwickelte Region zum *Leitbild* für das noch nicht so weit entwickelte Gebiet wird.

Bei dieser zweiten Art der Begründung treten also die verschieden weit entwickelten Regionen zueinander in Beziehung und die Entwicklung der Verhaltensweisen der Bevölkerung der noch weniger weit entwickelten Gebiete folgt nicht passiv einem Grundschema der Verhaltensweisen, sondern übernimmt aktiv und zielbewußt das, was ihr erstrebenswert erscheint aus der als vorbildlich anerkannten Region.

Besteht ein Verhältnis dieser Art zwischen Prognoseraum und Leitraum, stellt also der Leitraum ein akzeptiertes und wirksames Leitbild dar, dann ist die Annahme, daß die dem Leitraum entnehmbaren empirischen Beobachtungen der jüngeren Vergangenheit für den Prognoseraum relevant sind, von größerer prognostischer Bedeutung als bei der ersten Begründung der Erwartung einer ähnlichen Entwicklung.

Sozialökonomische Systeme, die als Leitbild wirken, werden als *dominante Systeme* bezeichnet[1]. Dabei wird

[1]Der von F. Perroux, Entwurf einer Theorie der dominierenden Wirtschaft. Übersetzt von E. Plan. "Zeitschrift für Nationalökonomie", Wien, Bd. XIII (1952), S. 1 ff und S. 242 ff, verwendete Begriff der économie dominante befaßt sich mit einem anderen Tatbestand als dem hier betrachteten. Vgl. dazu auch Neumark, a.a.O., S. 477, Seidenfus, a.a.O., S. 24.

nicht unterstellt, daß jedes weiter entwickelte, vor allem aber das sozialökonomisch am weitesten entwickelte Gebiet zugleich notwendigerweise ein dominantes System sein muß, also ein Leitbild darstellt. Es ist auf Grund der Erfahrungen mit der sozialökonomischen Evolution der letzten zweihundert Jahre eher zu erwarten, daß nur solche Systeme diese Funktion übernehmen, die nicht nur dadurch, daß sie sozialökonomisch weiter entwickelt sind, sondern auch durch ihre Größe, ihre weltweite Präsenz, ihre militärische und politische Macht sowie spektakuläre Ereignisse Einfluß auf die Bevölkerung anderer Gebiete ausüben.

Aus diesen Überlegungen zur Leitbildwirkung bestimmter weiter entwickelter Regionen wird der Schluß gezogen, daß die gegenwärtige Entwicklung des Prognoseraumes um so sicherer in die im Leitraum bereits empirisch beobachtbare Entwicklung einmünden wird, je mehr über die jeweiligen speziellen sowie die drei allgemeinen Leitraumbedingungen hinaus das Verhältnis zwischen Leitraum und Prognoseraum durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist:

a. Der Leitraum ist in vielen wesentlichen sozialökonomischen Bereichen, insbesondere aber bezüglich des wissenschaftlichen und technischen Fortschritts, der industriellen Produktion und des Massenkonsums nicht nur für den Prognoseraum, sondern auch für den Staat, in dem der Prognoseraum liegt, sowie alle ähnlichen Staaten, ein ausdrücklich anerkanntes Leitbild, stellt also ein dominantes System dar, dessen prägende Kraft bereits seit längerer Zeit sowohl im allgemeinen als auch bei einer Vielzahl von Einzelheiten, z.B. speziellen Nachfragegewohnheiten, empirisch nachweisbar ist, und zwar sowohl quantitativ als auch qualitativ. In einigen sozialökonomischen Teilbereichen können jedoch charakteristische, z.B. durch geographische, geschichtliche und politische Besonderheiten bedingte Unterschiede zwischen dem Prognoseraum und dem Leitraum bestehen. Wesentlich ist dagegen, daß diese Besonderheiten im Bereich der

Verhaltensweisen bezüglich des Verbrauchs wirtschaftlicher Leistungen sowie in den allgemeinen privaten und gesellschaftlichen Zielvorstellungen für die älteren Generationen mehr Bedeutung besitzen als für die jüngeren, daß also mit dem Nachwachsen jüngerer Generationen diese Besonderheiten an Bedeutung verlieren.

b. Die Bevölkerung des Prognoseraumes wird mit Hilfe aller modernen Kommunikationsmittel über die Leistungen, insbesondere aber über die Lebens- und Konsumgewohnheiten der Leitraumbevölkerung informiert, d.h. sie erhält Kenntnis davon, welche Güter im Leitraum zum Lebensstandard entsprechender Bevölkerungsschichten gehören. Dazu ist nicht notwendig, daß die Prognoseraumbevölkerung ein klares und umfassendes Bild von den sozialökonomischen Gegebenheiten des Leitraumes besitzt. Das Bild, das sich die Bevölkerung des Prognoseraumes vom Leitraum macht, kann durchaus lückenhaft sein und unzutreffende Klischeevorstellungen enthalten.

c. Sowohl im Prognoseraum als auch im Leitraum unterliegen Angebot und Nachfrage keinen wesentlichen staatlichen Beschränkungen und in allen Bereichen herrscht wirksame Konkurrenz.

d. Zwischen dem Prognoseraum und dem Leitraum bestehen liberale Wirtschaftsbeziehungen. Importe aus dem Leitraum unterliegen nicht nur keinen wesentlichen Hindernissen, sondern die Unternehmen des Leitraumes können im wesentlichen ungehindert selbst im Prognoseraum Produktionsstätten errichten und die Produkte auf den Markt des Prognoseraumes bringen, also das Angebot heimischer Produzenten unmittelbar mit den Leistungen des Leitraumes am Markt konfrontieren.

Die beiden hier betrachteten Ursachen für gleichartiges Verhalten unter gleichartigen Bedingungen, die Ähnlichkeit menschlicher Reaktionen als Folge einer allen Menschen gemeinsamen grundlegenden Veranlagung und der Nachahmungstrieb, schließen einander nicht aus, sondern ergänzen sich, und für beide Ursachen bietet die sozialökonomische Evolution der letzten zweihundert Jah-

re genügend Hinweise. Für die Prognose ist wesentlich, daß der Nachahmungstrieb in aller Regel dazu führen wird, daß Ähnlichkeiten im Verhalten der Bevölkerungen verschiedener Regionen sich schneller einstellen und mehr Einzelheiten erfassen werden, als dies der Fall sein würde, wenn nur die allgemeine Ähnlichkeit der Veranlagung wirksam wäre.

Aus diesen Überlegungen folgt, daß die prognostische Bedeutung eines Leitraumes sich erhöht, wenn er zugleich ein Leitbild darstellt, daß aber ein Leitraum auch dann schon vorliegt, wenn die jeweiligen speziellen sowie die drei allgemeinen Leitraumbedingungen erfüllt sind, während andererseits kein Leitraum vorliegt, wenn ein dominantes System diese Bedingungen nicht erfüllt, vor allem dann, wenn die notwendige Kontinuität nicht gegeben ist. Zwar können auch in diesem Fall aus einem dominanten System allgemeine Entwicklungsrichtungen und Strukturen entnommen werden, denen der Prognoseraum zustreben wird. Das ist jedoch nicht ausreichend, um, bezogen auf eine bestimmte Nachfrage und einen bestimmten Prognosezeitraum, die gegenwärtig im Prognoseraum empirisch beobachtbaren Kausal- und Evolutionsvarianten auf ihre Relevanz für die nächsten Jahre beurteilen zu können.

§ 29. Das Prognosemodell

1. Das Leitmodell

Eine besonders einfache und schnell durchführbare Prüfung der Extrapolationsmodelle durch die im Leitraum beobachtbaren Entwicklungen und Zustände besteht darin, die extrapolierten Entwicklungen des Prognoseraumes den empirischen Entwicklungen des Leitraumes in geeigneter Form[1] gegenüberzustellen. Der gleichen

[1] In welcher Weise die Extrapolationen mit den empirischen Beobachtungen des Leitraumes verglichen werden, hängt von den jeweiligen Gegebenheiten und der Zielsetzung ab. Neben den unveränderten Tabellenwerten in den jeweiligen spezifischen Einheiten sind vor allem Indexreihen, Zuwachsraten, auf den Einwohner oder eine sonstige Größe bezogene Werte u.ä. auf ihre Aussagekraft zu untersuchen.

Prüfung können auch die Verhältniszahlen und Strukturdaten der extrapolierten Modelle unterzogen werden.

So sehr sich dieses Verfahren auch dazu eignet, einen ersten Überblick über die wichtigsten Übereinstimmungen und Widersprüche zwischen den Extrapolationsmodellen und der realen Leitraumentwicklung zu gewinnen, so wenig kann es als hinreichende Auswertung der durch den Leitraum gebotenen prognostischen Möglichkeiten bezeichnet werden. Eine Auswertung, die den Informationsgehalt des Leitraumes wirklich nutzen will, muß mit Hilfe der Leitraumdaten offenbar genau diejenigen Abstraktionen berechnen, die mit Hilfe von Prognoseraumdaten im Rahmen der Basisanalyse ermittelt worden sind.

Eine derartige Auswertung eines für eine bestimmte Prognose ermittelten Leitraumes erfordert also zunächst, daß diejenigen der für die Prognose wesentlichen Zusammenhänge und Entwicklungen, die nicht schon bei der Bestimmung des Leitraumes ermittelt worden sind, nun mit Hilfe der gleichen Methoden berechnet werden, die bereits im Rahmen der Basisanalyse bei der Suche nach den besten Abstraktionen verwendet wurden. Befindet sich der Leitraum noch im gleichen homogenen Zeitintervall wie der Prognoseraum, dann führt dies dazu, daß den für den Leitraum ermittelten Abstraktionen längere Beobachtungsreihen zugrunde liegen als bei der Basisanalyse. Sind im Leitraum dagegen bereits neue Kausal- und Evolutionsvarianten beobachtbar, dann ist die Übergangszone zwischen dem homogenen Zeitintervall, in welchem sich der Prognoseraum noch befindet und dem Intervall, das im Leitraum darauf folgte, einer besonders eingehenden Untersuchung zu unterziehen, wobei insbesondere Veränderungen der Zusammensetzung der unabhängigen Variablen, der numerischen Werte der Parameter, der Kontingenz, der Substruktur und des Hintergrundes für die Erklärung dieses Übergangs von Bedeutung sind.

Die Gesamtheit der auf diese Weise mit Hilfe der Leitraumdaten ermittelten Abstraktionen werden zu einem

Modell zusammengefaßt, das im folgenden als *Leitmodell* bezeichnet wird[1].

In den Abhandlungen der Prognoseliteratur im engeren Sinne, die sich mit dem Vergleich unterschiedlich fortgeschrittener Regionen befassen, hat die *Sättigungsgrenze* besondere Beachtung gefunden[2]. Sie soll

[1]Ein Modell wird in dieser Abhandlung als eine Menge von Abstraktionen aufgefaßt, die einen empirischen Tatbestand oder einen für die Zukunft prognostizierten Tatbestand abbildet und dabei den jeweiligen theoretischen und praktischen Anforderungen genügt. In diesem Sinne wurde bereits der Begriff "Basismodell" verwendet und entsprechend dieser Interpretation sind auch die noch folgenden Ausdrücke, die den Begriff "-modell" enthalten, zu interpretieren. Das Extrapolationsmodell ist in dieser Hinsicht ein Abbild, das auf der Voraussetzung der Prolongierbarkeit beruht und bei dem damit von vornherein ein allgemeiner Widerspruch zur sozialökonomischen Realität vorliegt. Zum Begriff des ökonomischen Modells vgl. Sauermann, a.a.O., S. 27. "Dementsprechend kann ein *ökonomisches Modell* ... bildlich dargestellt werden. Ein ökonomisches Modell als mathematisches System ist ebenfalls ein relationstreues Abbild ökonomisch relevanter Zusammenhänge ... Wie man sieht, handelt es sich in jedem Fall um eine bestimmte Art der Abbildung von Objekten." (Hervorhebung durch den zitierten Autor.)

[2]Bombach, Über die Möglichkeit, a.a.O., S. 55. "Langfristige Partialprognosen setzen immer voraus, dass man gewisse Vorstellungen von den Sättigungsgrenzen und dem Zeitpunkt ihres Erreichens hat." Ebenda, S. 55 f. "Bei vorgegebener Sättigungsgrenze steht die Prognose auf relativ sicheren Füßen, sobald ein gutes Stück auf dem Weg zur Sättigungsgrenze bereits zurückgelegt ist. Allerdings sollte niemals versucht werden, die Sättigungsgrenze selbst aus der Reihe heraus, etwa durch Extrapolation einer Gompertz-Kurve, zu bestimmen." Ebenda, S. 56. "Im gesamten Bereich der dauerhaften Konsumgüter lassen sich somit bei Kenntnis des erreichten und des maximal zu erwartenden Sättigungsgrades und unter Berücksichtigung der Reinvestitionsnachfrage sowie des Bevölkerungswachstums (bzw. der Haushaltsneugründungen) wirklich fundierte mittel- und langfristige Prognosen erstellen, ohne dass fragwürdige Annahmen über die globale Zuwachsrate gemacht werden müssen." Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 79. "Hat man auf diese Weise ... (eine Sättigungsgrenze) ermittelt und durch a-priori-Überlegungen sowie ... Testerhebungen ... erhärtet, so kann (sie) als tragendes Element in die Prognose übernommen werden. Es bleibt die Aufgabe, den Weg bis zum Erreichen dieses Endzustandes zu beschreiben. Zwei Möglichkeiten sind denkbar. Mit einer geeigneten Funktion, z.B. einer logistischen Wachstumskurve, läßt sich die Verbindung zwischen der (Fortsetzung S. 258.)

daher etwas eingehender betrachtet werden.

Unter einer Sättigungsgrenze wird der maximal mögliche Sättigungsgrad verstanden[1]. Die Frage ist nun einerseits, ob ein Leitraum nur dann einen hinreichenden Hinweis auf die weitere Entwicklung im Prognoseraum enthält, wenn der Verbrauch dieses Gutes im Leitraum bereits die Sättigungsgrenze erreicht hat, und andererseits, ob davon ausgegangen werden kann, daß eine im Leitraum bereits erreichte Sättigungsgrenze ohne weiteres auf den Prognoseraum übertragen werden kann. Angenommen, die Untersuchung des Leitraumes führe zu dem Ergebnis, daß die Sättigungsgrenze in diesem Raum offenbar noch nicht erreicht ist und zugleich ergebe sich aus der Entwicklung der relevanten Phäno-

---

Vergangenheitsentwicklung und dem Kulminationspunkt herstellen ... Der zweite Ansatz stützt sich auf einen Vergleich länger zurückreichender Zeitreihen des Sättigungsgrades im eigenen wie in dem gewählten Referenzland ... Wenn man annimmt, daß sich der Verlauf vollkommen analog vollzieht, so wird sich nach der gleichen Anzahl von Jahren, die der Rückstand beträgt, dasjenige Niveau einstellen, das heute im Referenzland beobachtet wird. Die Methode beruht also auf einer regionalen lead-lag-Analyse. Der time-lag muß aber keineswegs als konstant betrachtet werden ... Gewöhnlich ist der Prozeß im nachziehenden Lande zeitlich gerafft. Entsprechende Korrekturen lassen sich leicht anbringen, wobei auch alle Arten von Zusatzinformationen berücksichtigt werden können." (Einfügung von mir.) Ebenda, S. 80. "Beide Verfahren sind nicht frei von Willkür. Sie dienen jedoch nur der Interpolation, während die wichtigste Determinante, der maximale Sättigungsgrad, auf anderen, zuverlässigeren Zukunftsschätzungen beruht." Eine logistische Kurve darf m.E. nur dann verwendet werden, wenn sie sich, bei hinreichend gleichen Parametern, sowohl im Leitraum als auch im Prognoseraum nachweisen läßt. Ebenso darf m.E. der zeitliche Entwicklungsvorsprung nicht auf Grund eines lead-lag-Verfahrens in die Zukunft übertragen werden. Ob und wie schnell im Prognoseraum das im Leitraum bereits beobachtbare Konsumniveau erreicht wird, ergibt sich aus den aus der Basisanalyse folgenden und durch Leitraumbeobachtungen bestätigten Kausal- und Evolutionsvarianten des Prognoseraumes. Fourastié, Le grand espoir, a.a.O., S. 61 f. Ebenda, S. 69 f. Bei den Ausführungen ebenda, S. 202 f, berücksichtigt Fourastié m.E. nicht hinreichend die Wirkung der Komplexitätsaugmentation.

[1] Bombach, Über die Möglichkeit, a.a.O., S. 56. Gerfin, Langfristige Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 78 f.

mene sowohl für den Prognoseraum als auch für den Leitraum, daß der Sättigungsgrad im Prognoseraum innerhalb des zukünftigen Zeitraumes, über den prognostiziert werden soll, nicht über den im Leitraum bereits gegenwärtig erreichten Sättigungsgrad hinaus steigen wird. Weiter wird angenommen, daß alle Extrapolationen der wesentlichen Phänomene mit den Leitraumabstraktionen übereinstimmen. In diesem Falle ist es belanglos, daß über die Obergrenze noch keine empirischen Erfahrungen vorliegen, da die weitere Entwicklung der Nachfrage im Prognoseraum unter diesen Bedingungen für den gesamten Prognosezeitraum als hinreichend phanerometamorph gelten kann. Für die Prognose kommt es also nicht darauf an, daß die Obergrenzen von Entwicklungen empirisch beobachtbar sind, sondern lediglich darauf, daß ein genügend langer Zeitraum empirisch überschaubar ist.

Nun wird angenommen, im Leitraum sei seit einiger Zeit eine konstante Obergrenze des Verbrauchs zu beobachten, so daß gesagt werden kann, im Leitraum sei die Sättigungsgrenze erreicht. Zugleich liefere aber die Untersuchung der für die Prognose wesentlichen Phänomene, der Kausal- und Evolutionsvarianten, der Kontingenz, der Substruktur und des Hintergrundes sichere Hinweise dafür, daß sich einige Verhaltensweisen im Prognoseraum anders entwickeln als im Leitraum. In diesem Falle können sich Anhaltspunkte sowohl dafür ergeben, daß der Verbrauch im Prognoseraum über die im Leitraum erreichte Sättigungsgrenze hinaus steigen wird, als auch dafür, daß der Verbrauch weit unterhalb dieser Grenze bleiben wird. Daß ein solcher Fall durchaus eintreten kann, ergibt sich daraus, daß die Evolution zwar im großen und ganzen in allen Regionen, die von der modernen sozialökonomischen Evolution erfaßt worden sind, zu ähnlichen, oft sogar zu nahezu übereinstimmenden Verbrauchsgewohnheiten führt, daß im einzelnen jedoch immer wieder wesentliche Sonderentwicklungen in den verschiedenen Regionen beobachtet werden können.

Bei der Beurteilung der prognostischen Bedeutung von

Sättigungsgrenzen ist darüber hinaus m.E. zu bedenken, daß auf Grund der Merkmale der sozialökonomischen Evolution eine im Leitraum beobachtete Sättigungsgrenze nicht als ein für lange Zeit sicheres Verbrauchsniveau interpretiert werden sollte, also eine Art stationärer Zustand bezogen auf die Nachfrage nach einer bestimmten wirtschaftlichen Leistung. Die sozialökonomische Evolution der letzten zweihundert Jahre bietet genug Beispiele dafür, daß zwar eine bestimmte Nachfrage über längere Zeit ein hohes und scheinbar sicheres Niveau aufweisen kann, daß aber auch solche Güter, deren Absatz über längere Zeit gesichert war, insbesondere dadurch keine Nachfrage mehr fanden, daß sie oder die für sie wichtigen komplementären Güter durch neue substitutive Güter mit höherem technischen Niveau verdrängt wurden, oder daß sich die Verhaltensweisen veränderten. Jedes in einem Leitraum beobachtete Verbrauchsniveau ist also nur als der *jeweilige* letzte Stand der Entwicklung zu unterpretieren, als ein Zustand, der im weiteren Verlauf der Evolution sowohl überschritten als auch unterschritten werden kann. Das bedeutet, daß auch dann, wenn seit einiger Zeit im Leitraum für bestimmte relevante Phänomene ein verhältnismäßig stabiles Verbrauchsniveau ermittelt wurde, dennoch der Leitraum stets daraufhin untersucht werden muß, ob sich durch technischen Fortschritt oder bereits durch Verhaltensänderungen Entwicklungen ankündigen, die die Nachfrage nach dieser wirtschaftlichen Leistung erheblich verändern oder sogar beenden werden. Für die unternehmerische Entscheidung ist es offenbar von Bedeutung, daß solche Hinweise so früh wie möglich erkannt werden.

Aus diesen Überlegungen heraus ist es m.E. zweckmäßig, bei der Ermittlung des Leitmodells die Bemühungen nicht auf die Bestimmung von Sättigungsgrenzen zu konzentrieren, sondern statt dessen zu versuchen, durch die Berechnung von Kausal- und Evolutionsvarianten sowie durch die Untersuchung der Kontingenzen, der Sub-

strukturen und des Hintergrundes ein möglichst zutreffendes Bild von den für die Prognose wesentlichen technischen Fortschritten und Verhaltensänderungen zu erlangen. Wenn das gelingt, ist es für die Sicherheit der prognostischen Aussage belanglos, ob im Leitraum bereits so etwas wie eine Sättigungsgrenze zu beobachten ist oder nicht. Sie ist, auch wenn eine Beobachtung vorliegt, die so etwas darstellt wie eine Sättigungsgrenze, nichts weiter als eine Information unter vielen.

2. Das Sukzessionsmodell

Sobald das Leitmodell vollständig ermittelt worden ist, beginnt die Aufgabe, dieses Modell Abstraktion für Abstraktion mit dem Basismodell und den verschiedenen Extrapolationsmodellen zu vergleichen. Dabei sind, soweit das Vergleichsmaterial des Basismodells betroffen ist, nicht nur die jeweils besten Abstraktionen heranzuziehen, sondern auch diejenigen Abstraktionen, die, bezogen auf die Basiszeit, zu im wesentlichen gleich guten Abstraktionen geführt haben und auf Grund der allgemeinen Überlegungen nur unwesentlich weniger gut begründet erschienen als jene, die als beste Abstraktionen ausgewählt wurden.

Der erste Teil der vergleichenden Arbeit besteht nun darin, die Abstraktionen jenes homogenen Evolutionsabschnittes des Leitraumes, der der Basiszeit des Prognoseraumes entspricht, den Abstraktionen des Basismodells gegenüberzustellen. Bei diesem Vergleich kommt es zunächst vor allem darauf an, zu überprüfen, ob die jeweils besten Abstraktionen des Prognoseraumes und des Leitraumes die gleichen unabhängigen Variablen enthalten, ob diese innerhalb der Kausalzusammenhänge im wesentlichen das gleiche relative Gewicht haben, ob in beiden Räumen bei Repräsentationen die gleiche Methode der kleinsten Potenzen zu den besten Ergebnissen führte, ob die Potenzen der unabhängigen Variablen sowie die numerischen Werte der Parameter ungefähr die gleichen sind, und nicht zuletzt, ob die gleichen Verschach-

telungen vorliegen. Bei Deskriptionen ist zu prüfen, ob die gleichen Zerlegungen zu den besten Ergebnissen führen, d.h. ob hinreichend ähnliche Substrukturen vorliegen. Aber selbst wenn die Abstraktionen hinsichtlich aller dieser Punkte einander hinreichend entsprechen, kann es immer noch sein, daß sich die Kontingenzen insbesondere bezüglich der zeitlichen Verteilung der negativen und positiven Abstraktionsfehler wesentlich voneinander unterscheiden. Solche Abweichungen bei der Kontingenz können dazu führen, daß aus den Abstraktionen des Prognoseraumes, trotz aller sonst gegebenen Ähnlichkeiten, nicht mit hinreichender Sicherheit gefolgert werden kann, daß wirklich ähnliche empirische Verhältnisse vorliegen, denn es darf nicht übersehen werden, daß die Kontingenz ein wesentlicher Bestandteil jeder Abstraktion ist. Auch wenn sich Unterschiede wesentlichen Umfangs nur bei der Kontingenz zeigen, kann nicht mehr davon ausgegangen werden, daß die Abstraktionen des Prognoseraumes und des Leitraumes die gleiche Zukunftsbedeutung haben. Beim Vergleich der Prognoseraum- und Leitraumabstraktionen ist also die Untersuchung der Merkmale der Verteilung und der Größenordnung der einzelnen Fehler von besonderer Bedeutung für die Beurteilung, ob hinreichende Ähnlichkeit gegeben ist oder nicht. Ist der Vergleich der jeweils besten Abstraktionen abgeschlossen, dann werden die übrigen Abstraktionen, deren Untersuchung zweckmäßig erscheint, ebenfalls untersucht. Erweisen sich dabei einige Abstraktionen, die im Rahmen der Basisanalyse nicht als beste Abstraktionen angesehen wurden, als besser mit den Leitraumabstraktionen vereinbar, dann ist unter Beachtung aller verfügbaren Informationen, einschließlich qualitativer Gesichtspunkte, die Basisanalyse in diesem Punkte noch einmal zu überprüfen. Allein die bessere Übereinstimmung ist jedoch kein Beweis dafür, daß diese andere Abstraktion besser ist als die bis dahin als beste unterstellte Abstraktion. Nur wenn auf Grund der Leitraumanalyse nachgewiesen

werden kann, daß bei der Basisanalyse Entwicklungen übersehen oder falsch bewertet wurden, weil ihre Relevanz für die Zukunft nicht erkannt wurde, während diese Bedeutung für die Zukunft aus der Leitraumbetrachtung folgt, kann diese zusätzlich betrachtete Abstraktion als beste Abstraktion der empirischen Gegebenheiten des Prognoseraumes während der Basiszeit interpretiert werden.

Ist dieser Vergleich der empirischen Formeln abgeschlossen, besteht der nächste, d.h. zweite Schritt darin, die Extrapolationsmodelle mit dem Teil des homogenen Zeitintervalls des Leitraumes zu vergleichen, der auf jenen Teil folgt, der der Basiszeit des Prognoseraumes entspricht. Dieser Vergleich wird auf die Extrapolationen beschränkt, die Prolongationen derjenigen Abstraktionen darstellen, die bei den im ersten Schritt vorgenommenen Vergleichen hinreichend einer besten Abstraktion des Leitraumes entsprachen. Unter diesen Extrapolationen werden nun durch Vergleich mit den Entwicklungen des Leitraumes, die über den Entwicklungsstand des Prognoseraumes hinausgehen, diejenigen Extrapolationen ermittelt, die diesen weiteren empirischen Entwicklungen des Leitraumes hinreichend entsprechen. Daß diese hinreichende Gleichheit, trotz der vorausgesetzten hinreichenden Gleichheit während der Basiszeit und dem entsprechenden Zeitabschnitt des Leitraumes, sich nicht bei allen diesen Extrapolationen ergeben wird, liegt daran, daß sich auch solche Abstraktionen, die sich während eines früheren Zeitraumes nicht sehr voneinander unterschieden, trotzdem im weiteren Verlauf erheblich voneinander abweichen können, da sich oft die Ursachen für die zunächst noch geringfügigen Differenzen in dem Maße verstärken, in dem der Zeitraum länger wird, über den sich die Extrapolation erstreckt.

Die nach diesen beiden Untersuchungsschritten ermittelten Extrapolationen entsprechen nun für eine Zeitspanne, die zusammengefaßt so lang ist wie die Basiszeit und die Prognosezeit zusammengenommen, den

empirischen Entwicklungen des Prognoseraumes für die Dauer der Basiszeit und denen des Leitraumes für die gesamte Zeitspanne. Diese Extrapolationen bilden also eine Menge von berechneten, bisher im Prognoseraum noch *nicht empirisch beobachteten* Entwicklungen, die, lediglich abgesehen von einer zeitlichen Differenz, mit den *empirisch beobachteten* Entwicklungen des Leitraumes übereinstimmen, und zwar, und darin liegt die prognostische Bedeutung dieser Übereinstimmung, nicht nur bezüglich des einfachen Verlaufsbildes der Entwicklungen, sondern vor allem auch hinsichtlich wesentlicher Einzelheiten der Kausalzusammenhänge und Substrukturen. Da diese Extrapolationen zu einem Modell zusammengefaßt werden können, das dem entsprechenden Teilmodell des Leitmodells zeitlich nachfolgt, werden diese Extrapolationen in ihrer Gesamtheit als *Sukzessionsmodell* bezeichnet. Zur Unterscheidung von einfachen Extrapolationswerten werden die Zukunftswerte des Sukzessionsmodells durch $\vec{y}^*$ symbolisiert.

3. Das Konjekturalmodell

Soweit das Sukzessionsmodell nicht die Extrapolationen aller für die Prognose wesentlichen Zusammenhänge und Entwicklungen umfaßt, ergibt sich die Frage, welche Möglichkeiten bestehen, auch bei diesen übrigen Extrapolationen, die durch die empirischen Entwicklungen des Leitmodells nicht bestätigt werden können, weil sie entweder im Leitraum nicht vorkommen oder zu stark von den im Prognoseraum beobachtbaren Zusammenhängen und Entwicklungen in irgendeiner Hinsicht abweichen, zu einer Aussage über die Zukunft zu gelangen, die auf mehr beruht als einer Prolongation von Abstraktionen der Basisanalyse.

Eine ähnliche Frage stellt sich jedoch auch dann, wenn zwar alle für die Prognose wesentlichen Zusammenhänge und Entwicklungen im Sukzessionsmodell enthalten sind, aber der Entwicklungsvorsprung des Leitraumes nicht eine Zeitspanne umfaßt, die mindestens so lang ist wie der Prognosezeitraum. Auch für diesen Fall ist

also zu untersuchen, auf welche Weise für den noch nicht durch empirische Beobachtungen des Leitraumes abgesicherten Zeitraum eine Aussage über die Zukunft möglich ist, die mehr darstellt als eine Prolongation der Vergangenheit.

Der Versuch, diese nach dem Vergleich von Prognoseraum und Leitraum noch offen gebliebenen Fragen zu beantworten, muß nun, ohne gegen die grundlegenden Merkmale der sozialökonomischen Evolution zu verstoßen, d.h. ohne diese Merkmale durch Annahmen auszuschließen, mit Hilfe theoretischer sowie auf Erfahrung beruhender Überlegungen vorgenommen werden. Da hier keine entsprechenden Beobachtungen von Leitraumentwicklungen vorliegen, muß jetzt auf *Hypothesen* zurückgegriffen werden, die jedoch in jedem Falle *explizit* herauszustellen sind. Diese Hypothesen über einzelne zukünftige Zusammenhänge und Entwicklungen, bzw. über die gesamten Entwicklungen eines späteren Abschnittes des Prognosezeitraumes, sind nun mit Hilfe einer nochmaligen Betrachtung der im Rahmen der Basisanalyse ermittelten Substrukturen, Kontingenzen und des Hintergrundes sowie an Hand von Anhaltspunkten aus anderen Bereichen des Prognoseraumes und des Leitraumes, die nicht unmittelbar die für die Prognose wesentlichen Phänomene betreffen, aufzustellen. Diese Hypothesen müssen vor allem die Bedingung erfüllen, daß die sich aus ihnen ergebenden Zusammenhänge und Entwicklungen zusammen mit dem Sukzessionsmodell ein sowohl theoretischen Überlegungen als auch praktischen Erfahrungen genügendes, widerspruchsfreies Gesamtmodell bilden[1]. Um diese

[1]Einige in diesem Zusammenhang wesentliche Gesichtspunkte werden von Kuhlo, a.a.O., S. 231 ff vorgetragen. Ebenda, S. 232. "Modifikationen (von Extrapolationen) entsprechen zwar der ökonomischen Logik. Aber erst wenn solche Korrekturen im Hinblick auf quantifizierbare Vorstellungen über kausale Abhängigkeiten zwischen den Variablen vorgenommen werden, können sie ökonomisch *sinnvoll* sein." (Einfügung von mir. Hervorhebung durch den zitierten Autor.) Ebenda, S. 232 f. "Modifikationen können *sukzessiv* erfolgen. Dabei ist zu beachten, daß die damit verbundene spätere Aufhebung ursprünglicher Modifikationen auch eine Eliminierung und Negation der Grün- (Fortsetzung S. 266.)

Widerspruchsfreiheit zu sichern, ist, wenn dies nicht anders erreicht werden kann, von allen Extrapolationsmodellen abzuweichen, also auf Grund der Gesamtheit der jeweils übrigen bzw. früheren Entwicklungen ein zukünftiger Verlauf anzunehmen, der nicht mehr über die ganze Zeitspanne, über die prognostiziert werden soll, aus den besten Abstraktionen der betreffenden Zusammenhänge und Entwicklungen der Basisanalyse folgt. Die Gesamtheit dieser Zukunftsaussagen, die nicht mit Hilfe von empirischen Leitraumbeobachtungen überprüfbar sind, sondern nur auf durch Theorie und Erfahrung gestützten *Mutmassungen* beruhen, wird, um eben diesen hypothetischen Charakter hervorzuheben, als *Konjekturalmodell* bezeichnet. Die sich aus diesem Konjekturalmodell ergebenden Zukunftswerte werden zur Unterscheidung von den Zukunftswerten des Sukzessionsmodells mit $\vec{y}'$ bezeichnet.

4. Die Zusammenfassung zum Prognosemodell

Wenn für alle Phänomene, die für die jeweilige Prognose von Bedeutung sind, die zukünftige Entwicklung entweder im Rahmen des Sukzessions- oder des Konjekturalmodells festgelegt werden konnte, besteht die abschließende Arbeit an der Prognose darin, alle diese Entwicklungen in einem Modell zusammenzufassen und auf diese Weise mit Hilfe der im Laufe der Arbeiten er-

---

de bedeutet, die zunächst für diese Modifikationen gesprochen haben. Daher ist bei sukzessiven Modifikationen auf die Widerspruchsfreiheit der Begründung für die Gesamtmodifikation der einzelnen Variablen zu achten. Ebenfalls sollten auch die Gründe für die Modifikation einer bestimmten Variablen nicht im Widerspruch zu den für die Modifikation anderer Variabler vorgebrachten Argumenten stehen. Modifikationen schwächen den Nachteil von Extrapolationen, als Grundlage den Trend einer vergangenen Entwicklung zu verwerten, ab."(Hervorhebung durch den zitierten Autor.) Der Begriff "sukzessiv" wird von Kuhlo im üblichen Sinne verwandt und weist hier keinen Zusammenhang mit dem Begriff des Sukzessionsmodells auf. Vgl. in diesem Zusammenhang auch Landsberg, Fischman and Fisher, a.a.O., S. 56 f, sowie die Ausführungen von O. Morgenstern, The Compressibility of Economic Systems and the Problem of Economic Constants. "Zeitschrift für Nationalökonomie", Wien, New York, Bd. XXVI (1966), S. 190 ff.

mittelten Abstraktionen die zukünftige Entwicklung der jeweiligen langfristigen Nachfrage zu bestimmen.

Solange alle Entwicklungen entweder aus dem Sukzessions- oder Konjekturalmodell entnommen werden können, kann die Bestimmung dieser Entwicklungen als *Prognose* bezeichnet werden, da beide Modelle die zunehmende Komplexität des sozialökonomischen Systems explizit berücksichtigen. Eine Prognose dieser Art wird im folgenden durch Π symbolisiert. Das zusammengefaßte Modell, das alle im Rahmen des Sukzessions- und des Konjekturalmodells bestimmten Entwicklungen enthält, wird daher als *Prognosemodell* bezeichnet. Daraus ergibt sich, daß das Prognosemodell im Einzelfall sowohl ein übergeordnetes Gesamtmodell sein kann, das sich auf die verschiedenste Weise aus den beiden Teilmodellen zusammensetzt, als auch ein reines Sukzessionsmodell oder ein nahezu reines Konjekturalmodell.

Konnten jedoch Zusammenhänge und Entwicklungen, die für die Prognose wesentlich sind, nicht im Rahmen des Sukzessionsmodells oder des Konjekturalmodells bestimmt werden, erweist es sich also als unmöglich, mehr als eine Prolongation der Vergangenheit zu ermitteln, dann liegt, wie sich aus den Überlegungen zur Extrapolation ergibt, keine Prognose vor.

Aus der Vielzahl möglicher Arten von Prognosemodellen werden nun einige herausgegriffen und etwas näher auf ihre prognostische Bedeutung untersucht.

a. Angenommen, das Sukzessionsmodell umfasse alle für die Prognose wesentlichen Zusammenhänge und Entwicklungen. Da mit der Feststellung, daß die beste Abstraktion der Basisanalyse sowohl während der Basiszeit wie auch während des Prognosezeitraumes mit den Entwicklungen des gleichen Phänomens während des entsprechenden Zeitabschnittes des Leitraumes übereinstimmt, zugleich die Aussage verbunden ist, daß sich aus den gesamten, über den Prognoseraum zur Verfügung stehenden Informationen keine Anhaltspunkte für wesentlich andere Entwicklungsmöglichkeiten ergeben, kann auf

Grund der Erfahrungen mit den räumlichen Aspekten der sozialökonomischen Evolution während der letzten zweihundert Jahre sowie wegen der Bedingungen, die ein Leitraum erfüllen muß, insbesondere aber wegen der Kontinuitätsbedingung, davon ausgegangen werden, daß die sich aus dem Sukzessionsmodell ergebende langfristige Entwicklung der Nachfrage mit großer Wahrscheinlichkeit[1] der wirklich in Zukunft eintretenden Entwicklung entsprechen wird. Das gilt insbesondere dann, wenn im Laufe der Untersuchungen nachgewiesen werden konnte, daß die für die Prognose bedeutendsten Kausal- und Evolutionsvarianten Nezessarzusammenhänge und -entwicklungen darstellen, da von Entwicklungen und Zusammenhängen dieser Art auch in Zukunft erwartet werden kann, daß sie sich gegen Besonderheiten und Krisen verschiedenster Art durchzusetzen vermögen, bzw. daß sie auch nach Störungen durch schwere Krisen dazu tendieren, beschleunigt zu den Entwicklungen zurückzukehren, die normalerweise eingetreten wären. Eine Steigerung der Sicherheit der Prognose ergibt sich auch dann, wenn der Leitraum nachgewiesenermaßen ein dominantes System darstellt, von dem nach allen Informationen anzunehmen ist, daß es auch in Zukunft als Leitbild wirksam bleiben wird.

Die Wirkung der zunehmenden Komplexität des sozialökonomischen Systems wird bei einer Prognose dieser Art explizit berücksichtigt. Befinden sich der Prognoseraum und der Leitraum im gleichen homogenen Zeitintervall, sind also in beiden Räumen bezüglich der für die Prognose wesentlichen Phänomene die gleichen Kausal- und Evolutionsvarianten wirksam, dann kann auf Grund der Erfahrungen mit der sozialökonomischen Evolution davon ausgegangen werden, daß die zunehmende Komplexität des sozialökonomischen Systems sich für eine Zeitspanne bis zur Länge des Entwicklungsvorsprungs noch nicht auf die zu prognostizierende Nachfrage auswirken wird,

[1]Der Begriff "Wahrscheinlichkeit" wird hier im Sinne des allgemeinen Sprachgebrauchs und nicht im speziellen Sinn der mathematischen Wahrscheinlichkeitstheorie verwendet.

womit nicht ausgeschlossen ist, daß sie während dieser Zeitspanne in anderen Bereichen der Nachfrage bereits zu wesentlichen Metamorphosen führt. Dies ist um so sicherer der Fall, je mehr dieser Entwicklungsvorsprung den Prognosezeitraum der Länge nach übertrifft. Befindet sich der Leitraum dagegen im nächsten homogenen Zeitintervall, so kann davon ausgegangen werden, daß die die Nachfrage im Prognoseraum bestimmenden Kausal- und Evolutionsvarianten nur noch für eine Zeitspanne relevant bleiben werden, die höchstens so lang ist wie die zeitliche Distanz zwischen dem gegenwärtigen Entwicklungszustand des Prognoseraumes und dem Entwicklungszustand, bei dem der Leitraum die entsprechende Übergangszone erreichte. Diese Zeitspanne wird gegenüber dieser zeitlichen Distanz um so kürzer sein, je leichter die neuen, die Komplexität des sozialökonomischen Systems erhöhenden Phänomene, die im Leitraum zu einer wesentlichen Veränderung der zu prognostizierenden Nachfrage führten, auch in sozialökonomische Systeme, die weniger weit entwickelt sind als der Leitraum, übertragen werden können. Die sozialökonomische Evolution enthält eine Vielzahl anschaulicher Beispiele für die Möglichkeit einer solchen frühzeitigen Übertragung von Phänomenen. Eine derart schnelle bzw. vorzeitige Übertragbarkeit ist dagegen um so weniger zu erwarten, je mehr die Einführung dieses neuen Phänomens an sozialökonomische Prozesse gebunden ist, die voraussetzen, daß im Prognoseraum erhebliche Investitionen in Sachkapital und Ausbildung vorgenommen werden, die eine lange Anlaufzeit benötigen.

Wenn eine Prognose unter den hier vorausgesetzten Bedingungen erstellt werden konnte, kann m.E. gesagt werden, daß die langfristige zukünftige Entwicklung der betreffenden Nachfrage im Prognoseraum phanerometamorph ist. Prognosen, die unter diesen Bedingungen erstellt werden konnten, werden im folgenden als *Sukzessionsprognosen* bezeichnet und durch Π^* symbolisiert.

b. Nun wird angenommen, daß das Prognosemodell nicht mit dem Sukzessionsmodell identisch ist, daß aber alle Entwicklungen des Prognosemodells, die nicht auf das Sukzessionsmodell zurückgehen, im Rahmen des Konjekturalmodells bestimmt werden konnten, d.h., daß keine der Entwicklungen des Prognosemodells ohne die Prüfung der Gesamtstruktur sowohl im Rahmen des Konjekturalmodells als auch gemeinsam mit dem Sukzessionsmodell im Rahmen des Prognosemodells aus einem Extrapolationsmodell übernommen wurde. Für die Beurteilung der prognostischen Aussage eines solchen Prognosemodells ist vor allem von Bedeutung, daß nicht alle in diesem Modell enthaltenen Entwicklungen bereits im Leitraum empirisch beobachtbar sind. Damit kann, anders als bei der Sukzessionsprognose, nicht mehr nachgewiesen werden, daß alle im Prognosemodell enthaltenen Entwicklungen möglich sind. D.h., es bleibt in diesem Falle stets der Zweifel bestehen, ob, auch wenn die Komplexität des sozialökonomischen Systems während des Prognosezeitraumes nicht wesentlich zunehmen wird, allein angesichts der gegenwärtigen Entwicklung der Strukturen, alle Entwicklungen dieses Prognosemodells wirklich miteinander vereinbar sein werden, da diese Vereinbarkeit auch dann, wenn die Struktur des Prognosemodells allen aus der Theorie und der Erfahrung entnehmbaren Anforderungen entspricht, nicht sicher ist. Der Beweis, daß alle in einem Modell enthaltenen Entwicklungen miteinander vereinbar sind, daß also die Struktur wirklich widerspruchsfrei ist, kann nur empirisch mit Hilfe eines Leitraumes geführt werden.

Auch bei einem Prognosemodell dieser Art wird, vor allem mit Hilfe des Teils, der auf das Sukzessionsmodell zurückgeht, die zunehmende Komplexität des sozialökonomischen Systems explizit berücksichtigt, aber wegen des konjekturalen Teils des Prognosemodells mit geringerer Sicherheit als bei der Sukzessionsprognose.

Um die, verglichen mit der Sukzessionsprognose, schwächere Basis eines derartigen Prognosemodells her-

vorzuheben, wird die aus einem solchen Modell folgende Prognose als *Konjekturalprognose* bezeichnet und durch Π' symbolisiert.

Die mit Hilfe einer Konjekturalprognose ermittelte Entwicklung der langfristigen Nachfrage kann also nur als bedingt oder teilweise phanerometamorph bezeichnet werden.

Beschränkt sich die mangelnde Übereinstimmung zwischen den Extrapolationsmodellen und dem Leitmodell bzw. das gänzliche Fehlen entsprechender Vorgänge im Leitraum jedoch auf eine oder einige bestimmte Varianten der Nachfrage oder eine oder einige der nachfragenden Bevölkerungsgruppen, sind also nicht bei allen Bereichen der Nachfrage konjekturale Ergänzungen erforderlich, dann ist die Möglichkeit zu nutzen, die ursprünglich geplante Prognose zu zerlegen, da durch diese Zerlegung wenigstens die zukünftige Entwicklung eines Teiles der Nachfrage durch ein Prognosemodell bestimmt werden kann, das mit einem Sukzessionsmodell identisch ist.

5. Die Initialprognose

Sobald alle Arbeiten zur Erstellung des Prognosemodells beendet sind, ist das Ergebnis der Prognose in einer für die jeweilige Verwendung geeigneten Form darzustellen. Mit dieser Darstellung der Prognose sind die Prognosearbeiten zunächst abgeschlossen.

Solange sich keine neuen Gesichtspunkte ergeben, die es erforderlich machen, das einmal erstellte Prognosemodell nach Überprüfung zu modifizieren, bleibt dieses Modell unverändert die verbindliche Grundlage des unternehmerischen Entscheidungsprozesses.

Eine Überprüfung des jeweils vorliegenden Prognosemodells wird vor allem dann erforderlich, wenn sich nach Abschluß der Prognosearbeiten wesentliche neue theoretische Überlegungen oder neue methodische Möglichkeiten ergeben, vor allem aber, wenn neue empirische Beobachtungen, die erst nach Abschluß der Prognosearbeiten gemacht wurden oder gemacht werden konnten, also insbe-

sondere derjenigen Beobachtungen, die während der Arbeit an der Prognose noch dem zukünftigen Zeitraum angehörten, zur Verfügung stehen und zu neuen Gesichtspunkten führen, die bei der Prognose noch nicht berücksichtigt wurden oder werden konnten.

Scheint eine Überprüfung des Prognosemodells auf Grund von neuen Theorien oder Methoden zweckmäßig, dann ist zu untersuchen, ob die Berücksichtigung dieser Theorien oder Methoden zu wesentlich anderen Ergebnissen führt. Dabei ist von den bisher in dieser Abhandlung vorgenommenen Überlegungen auszugehen. Die Durchführung einer Überprüfung dieser Art braucht daher hier nicht weiter betrachtet zu werden.

Dagegen erscheint es zweckmäßig, das Vorgehen bei der Auswertung neuen empirischen Beobachtungsmaterials etwas näher zu betrachten.

Zur Vereinfachung der weiteren Überlegungen wird nun noch vereinbart, daß im folgenden eine Prognose, die für ein bestimmtes Unternehmen, bezogen auf eine bestimmte Nachfrage und einen bestimmten Prognoseraum, die zukünftige langfristige Entwicklung erstmals zu erhellen sucht, als *Initialprognose* bezeichnet wird, da dieser Versuch, sobald er einmal abgeschlossen worden ist, den Ausgangspunkt für alle weiteren Überlegungen über die Entwicklung der langfristigen Nachfrage darstellt. Als Symbol für die Initialprognose werden im folgenden die Buchstaben ΠI verwendet.

6. Die Überprüfung der Prognose

a. Abstraktion und Genauigkeit

Die Absicht, eine Prognose durch den Vergleich zwischen den mit ihrer Hilfe ermittelten zukünftigen Zusammenhängen und Entwicklungen und den im weiteren Verlauf eintretenden und empirisch beobachtbaren Ereignissen, also an Hand der Differenzen zwischen Prognose und Realität, zu beurteilen, setzt zunächst voraus, daß untersucht wird, welcher Genauigkeit eine Prognose auf Grund der bei ihrer Erstellung verwendeten Methoden fähig ist.

Die quantitativen Aussagen einer Prognose im Sinne dieser Abhandlung beruhen vor allem auf den Abstraktionsverfahren R, Γ, Ξ und D. Allen diesen Verfahren ist gemeinsam, daß sie die empirischen Tatbestände nicht mit beliebiger Genauigkeit wiedergeben können. Von diesen Verfahren wurde nur verlangt, daß die auf die Kontingenz zurückzuführenden Differenzen zwischen Abstraktion und empirischer Beobachtung, d.h. die Abstraktionsfehler, den jeweiligen Schwellenwert der Fühlbarkeit nicht überschreiten. Da die Prognose auf Abstraktionen beruht, stellt sie selber auch nichts anderes dar als eine Abstraktion bzw. eine zu einem Modell zusammengefaßte Vielzahl von Abstraktionen. Daraus folgt, daß von der Prognose keine beliebige Genauigkeit bei der Vorherbestimmung zukünftiger Zusammenhänge und Entwicklungen verlangt werden kann, sondern, für den zukünftigen Teil des jeweiligen homogenen Zeitintervalls, nur die Genauigkeit, die der während der Basiszeit mit den entsprechenden Abstraktionen erzielten Genauigkeit entspricht[1].

b. Fehlermaße

Angenommen, der Prognosezeitraum umfasse q Zeiteinheiten, und seit der Erstellung der Initialprognose ΠI seien bereits p Zeiteinheiten vergangen und die entsprechenden p empirischen Beobachtungen der in die Prognose eingegangenen Phänomene stünden zur Verfügung, dann kann mit Hilfe der Prognosewerte $\vec{y}^{*}_{n+p}$ und der empirischen Beobachtungen y_{n+p} der *mittlere absolute Prognosefehler*

$$(29.1) \qquad d_{\Pi} = \frac{1}{p}\Sigma\left|y_{n+p} - \vec{y}^{*}_{n+p}\right|$$

[1] Kuhlo hat auf diese für alle Prognoseverfahren gültige Eigenschaft bezüglich der Trendextrapolation hingewiesen. Kuhlo, a.a.O., S. 230. "Es ist notwendig, bei solchen Extrapolationen darauf hinzuweisen, daß es in der Zukunft mindestens im gleichen Maße wie in der Vergangenheit *Abweichungen* von dieser Trendentwicklung geben kann." (Hervorhebung durch den zitierten Autor.)

berechnet werden[1]. Wird nun vereinbart, daß die Prognosewerte sämtlicher Abstraktionsverfahren mit $\vec{y}^*$ bezeichnet werden, und daß der mittlere Abstraktionsfehler d, d_Γ, d_Ξ bzw. d_D sowie die Fehler sonstiger problemadäquater Methoden allgemein mit d_A bezeichnet werden, dann ist die Prognose hinreichend genau, wenn d_Π nicht größer ist als d_A. Liegt d_A dagegen weit unterhalb des jeweiligen Schwellenwertes der Fühlbarkeit, dann können auch entsprechend größere Werte von d_Π hingenommen werden, wobei dann jedoch bei der Beurteilung der Prognose zu berücksichtigen ist, daß der mittlere Fehler beim Übergang von der Basisanalyse zur Prognose zugenommen hat.

Bei manchen Phänomenen kann es von Bedeutung sein, ob die prognostizierte Entwicklung *insgesamt* mit der tatsächlich eingetretenen übereinstimmt. In diesem Fall kann das Fehlermaß

$$(29.2) \qquad d_{\Pi\Sigma} = \frac{\Sigma|\vec{y}^*_{n+p}|}{\Sigma|y_{n+p}|}$$

verwendet werden, das wegen des Vergleichs der Summen der prognostizierten und der empirischen Werte als *Summenfehler der Prognose* bezeichnet wird. Der auf die Basiszeit bezogene Vergleichswert ist dann

$$(29.3) \qquad d_{A\Sigma} = \frac{\Sigma|y^*_i|}{\Sigma|y_i|} ,$$

wobei y^* hier der Einfachheit halber ganz allgemein als bester Abstraktionswert irgendeines der problemadäquaten Abstraktionsverfahren der Basisanalyse aufgefaßt wird. Ist $d_{\Pi\Sigma}$ größer als 1, dann wurde die Entwicklung durch die Prognose, insgesamt gesehen, überschätzt, bzw. unterschätzt, wenn $d_{\Pi\Sigma}$ kleiner als 1 ist.

[1]Die Summe läuft hier und in den Ausdrücken (29.2) und (29.4) über p, während n eine Konstante ist, die, wie schon bei der Extrapolation, die Anzahl der Zeiteinheiten der Basiszeit angibt.

Aus $d_{\Pi\Sigma} = 1$ folgt jedoch nur, daß Prognose und Realität kumulativ für den Zeitraum von p Einheiten gleich sind, d.h. daß die Ergebnisse $d_{\Pi\Sigma} = 1$ und $d_{\Pi} \neq 0$ durchaus miteinander vereinbar sind[1].

Die Relation zwischen dem mittleren absoluten Fehler und der kumulierten realen Entwicklung, also die mittlere relative Bedeutung des Prognosefehlers ergibt sich aus

$$(29.4) \qquad d_{\Pi r} = \frac{\Sigma|y_{n+p} - \vec{y}^{*}_{n+p}|}{\Sigma|y_{n+p}|} .$$

Dieser Prognosefehler wird als *relativer Fehler der Prognose* bezeichnet[2]. Diesem Prognosefehler entspricht, bezogen auf die Basiszeit, der Abstraktionsfehler

$$(29.5) \qquad d_{Ar} = \frac{\Sigma|y_i - y^{*}_i|}{\Sigma|y_i|} .$$

Die Prognosefehler (29.1), (29.2) und (29.4) stellen nur einige unter einer Vielzahl von weiteren möglichen Fehlerdefinitionen dar[3]. Welche Fehlerdefinitionen bei einer bestimmten Prognose die Fehler am besten quantifizieren, muß im Einzelfall entschieden werden.

c. Die allgemeine Überprüfung

Quantitative Fehlermaße der eben betrachteten Art bieten zwar nützliche erste Anhaltspunkte für die Be-

---

[1] Aus dem Summenfehler $d_{\Pi\Sigma}$ kann auch ohne weiteres abgelesen werden, um wieviel Prozent die Prognosewerte die realen Werte insgesamt über- bzw. unterschritten haben.

[2] Aus dem relativen Fehler $d_{\Pi r}$ kann auch ohne weiteres abgelesen werden, wieviel Prozent die kumulierten Fehler bezüglich der Summe aller empirischen Beobachtungen ausmachen.

[3] H. Theil, Who forecasts best? Translated by L.F. Manneke, "International Economic Papers", London, New York, No. 5 (1955), S. 195 f. Derselbe, Economic Forecasts and Policy, a.a.O., S. 32. Die hier und an anderen Stellen von Theil definierten, verschiedenartigen Fehlermaße sind in der Literatur aufgegriffen worden: Menges, Statistik und Wirtschaftsprognose, a.a.O., S. 61. Derselbe, Ökonometrische Prognosen, a.a.O., S. 30. Schlesinger, Wert und Grenzen, a.a.O., S. 406.

urteilung einer Prognose und ermöglichen vor allem auch auf einfache Weise einen gewissen Vergleich zwischen verschiedenen Prognosen, aber wie bereits bei der Basisanalyse sind die aus der Untersuchung der einzelnen Fehler, der Substrukturen und des Hintergrundes für die Beurteilung der realen Gegebenheiten und der weiteren Entwicklung entnehmbaren Hinweise von größerer Bedeutung als die aus den Fehlermaßen ableitbaren Informationen. D.h., die mit fortschreitender Zeit beobachtbaren tatsächlichen Entwicklungen sind in der gleichen Weise zu untersuchen wie die der Basiszeit zugehörigen Beobachtungen im Rahmen der Basisanalyse untersucht worden sind. Genau wie bei der Basisanalyse besteht also z.B. bei der allgemeinen Überprüfung der Prognose eine der wichtigsten Aufgaben darin, die Entwicklungen innerhalb der Substruktur, die mit Hilfe der Fehlermaße nicht zu erkennen sind, weil sie sich weitgehend kompensieren, daraufhin zu untersuchen, ob diese Kompensationsvorgänge auch in Zukunft noch wirksam sein werden, oder ob hier bereits Ansätze zu wesentlich veränderten Entwicklungen erkennbar sind.

Da es für eine Prognose, die als Entscheidungsgrundlage dient, vor allem darauf ankommt, daß sie wirklich die neuesten Beobachtungsmöglichkeiten ausschöpft, um neue, vorher nicht erkennbare Entwicklungen, die für die Entscheidung wesentlich sind, so früh wie möglich zu erkennen und zu beurteilen, stellt die Überprüfung der Prognose einen *kontinuierlichen*[1] Vorgang dar. D.h.

---

[1] Th.G. MacGowan, When and How Forecasts Should be Reviewed and Revised. In: Sales Forecasting, a.a.O., S. 99. "Forecasting and planning, which go together, ought to be a *continuous process*, or nearly so." (Hervorhebung von mir.) S. Schurr and B.C. Netschert, Energy in the American Economy, 1850 - 1975. An Economic Study of its History and Prospects. With Vera F. Eliasberg, Joseph Lerner, H.H. Landsberg. Balmore 1960. S. 3. "Ideally ... prospects for the future should be subjected to *periodic review* ..." (Hervorhebung von mir.) A Marketing Profile of "the Big Sixties". (McCann-Erickson, Inc., Marketing Communications Workshop, Publication No. 4.) New York, N.Y., o.J. S. 22. "Successful marketing in this new and wealthier world will depend on intensive planning and a more *continuous* concern with the future." (Hervorhebung von mir.)

alle Daten sind so früh wie möglich zu beschaffen und unmittelbar auszuwerten[1], um zu verhindern, daß die Konkurrenz einen Informationsvorsprung und damit die Möglichkeit zu einem Aktionsvorsprung erhält. Diese Verfahrensweise gewinnt in dem Maße an Bedeutung, in dem die unternehmerischen Informationssysteme und die unternehmerischen Entscheidungssysteme auf Grund neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und Verfahren verbessert werden und diese Verbesserungen sich in der Praxis durchsetzen.

7. Die Repetitionsprognose

Wenn die Anwendung neuer Theorien und Methoden oder die kontinuierliche Auswertung neuer Beobachtungen zu dem Ergebnis führt, daß die tatsächliche Entwicklung noch während des Prognosezeitraumes von den Aussagen der Initialprognose wesentlich abweichen wird, dann ist eine neue Prognose aufzustellen. Diese neue Prognose wird als *Repetitionsprognose* bezeichnet und im folgenden durch die Buchstaben ΠR symbolisiert, da hier

[1] G. Colm, Economic Prognosis as Basis of Economic Policy. In: Diagnose und Prognose, a.a.O., S. 445. "... long-term prognoses ... should be reexamined at best annually." Ebenda, S. 450. "However, those responsible for economic prognosis and those responsible for making policy recommendations on the basis of prognoses must not only be fully aware of the risk of error and the possibility of changes but must be willing to admit error and *recognize changes as soon as they become visible*." (Hervorhebungen von mir.) Anderson und Winckler, a.a.O., S. 85. "Das Prognosemodell sollte *ständig den neuesten* Informationen angepaßt werden." (Hervorhebungen von mir.) Führer, a.a.O., S. 159. "Die menschlichen Verhaltensweisen und die technologischen und institutionellen Daten sind *fortwährenden* Änderungen unterworfen. Diese Änderungen ... verlangen eine *fortlaufende* ... Überprüfung und Revidierung der Modelle." (Hervorhebungen von mir.) Estes, a.a.O., S. 15. "... management should expect the forecaster to stand ready to revise his forecast when basic conditions are altered." L. Shomaker, Bringing the Future into Focus. (American Gas Association, General Management Section Annual Conference, Denver, Colo.) o.O. 1962. (Hektogr.) S. 3. "The work involved and the established goals are too important for a one-shot study. Facts are ever changing. Economics, technology and industry goals undergo continuous change. Therefore, the real effect of ... work will be fruitful only if the data are continuously kept up to date."

ein bestimmter Versuch, nämlich für ein bestimmtes Unternehmen und einen bestimmten Prognoseraum eine Aussage über die zukünftige langfristige Entwicklung einer bestimmten Nachfrage zu treffen, auf Grund neuer Überlegungen und Beobachtungen wiederholt wird.

Die Repetitionsprognose unterliegt im weiteren Verlauf den gleichen Überprüfungen wie ursprünglich die Initialprognose. Sie wird, wenn sich bei fortgesetzter Entwicklung erneut Gesichtspunkte ergeben, die auf wesentlich andere als die prognostizierten Entwicklungen noch während des Prognosezeitraumes hinweisen, durch eine neue Repetitionsprognose ersetzt, so daß zwischen einer ersten, zweiten, ..., n-ten Repetitionsprognose, allgemein ΠR_n, zu unterscheiden ist.

§ 30. Einige abschließende Betrachtungen

1. Zur Definition der Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen

In der sozialökonomischen Literatur hat sich bisher keine allgemein anerkannte Definition der Prognose durchgesetzt. Teilweise wird durchaus bewußt auf eine genaue begriffliche Festlegung verzichtet. Insbesondere hat sich bisher keine einheitliche und klare Abgrenzung zwischen den Begriffen Prognose, Extrapolation und Projektion herausgebildet. Alle drei Begriffe werden in der sozialökonomischen Literatur sehr unterschiedlich interpretiert und in der Regel ist nur aus dem Zusammenhang zu entnehmen, in welchem Sinne diese Begriffe verwendet werden. Vielfach wird die Prognose als unbedingte und die Projektion als bedingte Aussage über bestimmte zukünftige sozialökonomische Entwicklungen interpretiert. Unter einer Extrapolation wird zwar nahezu völlig übereinstimmend nur die Technik der Reihenverlängerung durch Einsetzen von Werten verstanden, die über das Beobachtungsintervall hinausgehen, andererseits wird diese Technik jedoch häufig, vor allem in der mathematisch-statistischen Literatur, mit der Prognose identifiziert.

Werden nun die in dieser Abhandlung vorgenommenen Untersuchungen zusammengefaßt, so folgt daraus, daß eine wissenschaftliche Prognose über langfristige sozialökonomische Entwicklungen, wie z.B. über die langfristige Nachfrage nach Leistungen von Unternehmen sowie über alle übrigen bei einer solchen Prognose wesentlichen Entwicklungen sozialökonomischer Phänomene, voraussetzt, daß sie sowohl bezüglich der bei ihrer Erstellung angewandten Instrumente als auch hinsichtlich der bei dieser Erstellung herangezogenen Verfahren nicht gegen die grundlegenden Merkmale der Kausaltheorie und der historischen sozialökonomischen Evolution verstoßen dürfen. Das bedeutet insbesondere, daß die Komplexitätsaugmentation und die durch sie bewirkte Unbeständigkeit von Kausalzusammenhängen explizit zu berücksichtigen sind. Aus dieser Unbeständigkeit folgt, daß die Basiszeit zu bestimmen ist und daß die Entwicklung der Substruktur sowie die Wirkung des Hintergrundes zu untersuchen ist, daß Parallel- und Leitregionen hinzuzuziehen sind, sowie, daß auch nach der Fertigstellung einer Initialprognose alle wesentlichen Entwicklungen so lange weiterzuverfolgen sind, wie etwa eintretende Veränderungen für die Entscheidungsprozesse, denen die Prognose zugrunde gelegt werden soll, von Bedeutung sind. Ferner folgte daraus, daß diese Prognose für die konkreten Bedürfnisse eines Unternehmens erstellt wird, daß empirisch unüberprüfte Hypothesen soweit wie möglich zu vermeiden und durch empirisch hinreichend gesicherte Beobachtungsergebnisse zu ersetzen sind. Diese Anforderungen werden nun dadurch zusammengefaßt, daß der Begriff der Strukturkompatibilität so interpretiert wird, daß er definitionsgemäß alle diese Bedingungen enthält.

Daraus, daß in dieser Abhandlung analytische Darstellungen vergangener Zusammenhänge und Entwicklungen von sozialökonomischen Evolutionsphänomenen als wahrscheinlichkeitsfreie Abstraktionen interpretiert wurden, folgt, daß die aus den so gewonnenen Abstraktio-

nen abgeleitete Aussage über die weitere zukünftige Entwicklung ebenfalls nur eine Abstraktion sein kann. Das wird deutlich, wenn beachtet wird, daß auch eine hinreichend genaue Kausal- oder Evolutionsvariante, bedingt durch die Wirkung des Hintergrundes und der Substruktur, bereits von den vergangenen Entwicklungen im einzelnen abweicht und daher auch in Zukunft selbst dann nicht völlig mit der Entwicklung der jeweiligen sozialökonomischen Phänomene identisch sein wird, wenn sich die Aussagekraft nicht unter der Einwirkung der Komplexitätsaugmentation vermindert.

Auf Grund dieser Überlegungen wird die Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen folgendermaßen definiert: *Die Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen ist eine strukturkompatible Abstraktion der langfristigen zukünftigen Entwicklung sozialökonomischer Phänomene.*

Durch diese Definition wird die Prognose von der Extrapolation dadurch abgegrenzt, daß die Extrapolation die technische Prolongation einer einzelnen Abstraktion ohne Berücksichtigung von Leitmodellen ist, sowie von der Projektion, da diese üblicherweise nicht der Forderung der Minimierung der Anzahl der empirisch ungeprüften Hypothesen unterworfen wird. Diese Abgrenzung gegenüber der Projektion ist insbesondere deshalb zweckmäßig, weil in sozialökonomischen Abhandlungen bei Projektionen explizit, häufiger allerdings implizit, die Annahme der Strukturkonstanz getroffen wird, was nichts anderes bedeutet als Komplexitätskonstanz und damit Strukturinkompatibilität.

2. Zur Kontroverse über die Möglichkeit wissenschaftlicher Prognosen

Zu Beginn dieser Abhandlung wurde, angesichts der in der sozialökonomischen Literatur seit Jahrzehnten umstrittenen Frage, ob es grundsätzlich möglich ist, Prognosen zu erstellen, von der heuristischen Hypothese ausgegangen, daß Prognosen weder grundsätzlich unmöglich noch in jedem einzelnen Fall mit der Genauig-

keit möglich sind, die im Einzelfall aus praktischen Erwägungen erforderlich ist.

Obwohl auch im jüngeren Schrifttum noch sehr verschiedene Auffassungen vertreten werden, entspricht es m.E. der gegenwärtig herrschenden Auffassung, daß wissenschaftliche Prognosen grundsätzlich möglich sind.

Bei der Betrachtung dieser nun seit einigen Jahrzehnten währenden Diskussion über die Möglichkeit, Prognosen zu erstellen, ist auch dann, wenn z.B. lediglich die zur Möglichkeit der Prognose langfristiger Entwicklungen vertretenen Auffassungen untersucht werden sollen, stets die Gesamtheit der sozialökonomischen Prognoseliteratur zu beachten. Das ist deswegen erforderlich, weil z.T. auch in Abhandlungen, die sich z.B. mit der Konjunkturprognose befassen, Auffassungen von grundsätzlicher Bedeutung vertreten werden, die, wenn sie zutreffend wären, auch für die Prognose langfristiger Entwicklungen gültig sein würden. Diejenigen Autoren, die der Prognose ablehnend gegenüberstehen, behandeln überwiegend die Konjunkturprognose und die, die sie befürworten vorwiegend die Prognose langfristiger Entwicklungen. Dabei ist außerdem zu beachten, daß in der älteren Prognoseliteratur die Betrachtung der Konjunkturprognose vorherrscht, während in der jüngeren Diskussion die Prognose langfristiger Entwicklungen im Vordergrund steht.

Die in dieser Abhandlung vorgenommenen Betrachtungen führen m.E. zu dem Ergebnis, daß der herrschenden Auffassung zuzustimmen ist. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, daß die in dieser Abhandlung entwickelten Gründe für diese positive Beurteilung der prognostischen Möglichkeiten wesentlich anderer Art sind als die von der herrschenden Meinung vorgetragenen, und zwar insbesondere deswegen, weil hier bezüglich der Kausalität und der Evolution und damit vor allem hinsichtlich der Wahrscheinlichkeitstheorie eine der herrschenden Meinung widersprechende Auffassung vertreten wird. Dieser Unterschied in der Beurteilung der Anwendbarkeit der Wahrscheinlichkeitstheorie bei Pro-

blemen der Prognose langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen ist nicht nur von Bedeutung für die Art und Weise, in der die Möglichkeit, Prognosen zu erstellen, begründet wird, sondern auch für die Begründung der Einschränkungen, denen diese als möglich erachtete Prognose unterworfen ist.

Die Aussage, daß Prognosen der in dieser Abhandlung betrachteten Art grundsätzlich möglich sind, bedarf einer Ergänzung hinsichtlich der Grenzen der prognostischen Möglichkeiten. In den Fällen nämlich, in denen die empirischen Entwicklungen so beschaffen sind, daß es unter Nutzung aller erreichbaren Statistiken und sonstigen Daten und unter Anwendung aller strukturadäquaten Instrumente und Verfahren nicht möglich ist, die Komplexitätsaugmentation hinreichend zu erfassen, während es gleichzeitig offensichtlich ist, daß sie für die nächsten zehn bis zwanzig Jahre und damit für den Prognosezeitraum von erheblicher Bedeutung ist, besteht keine Möglichkeit eine Prognose zu erstellen. Der Entscheidungsinstanz eines Unternehmens ist in solchen Fällen stets deutlich zu machen, daß eine Prognose nicht möglich ist. Ob in diesen Fällen Projektionen auf Grund bestimmter empirisch nicht geprüfter Annahmen über die Komplexitätsaugmentation zweckmäßig sind, ist von der Unternehmensführung zu entscheiden, wobei sie darauf hinzuweisen ist, daß eine Entscheidung, der lediglich eine Projektion zugrunde liegt, von vornherein erheblich risikoreicher ist als eine, die auf eine Prognose aufbauen kann.

Aus diesen Betrachtungen zur grundsätzlichen Möglichkeit, Prognosen zu erstellen, folgt zugleich, daß diese Möglichkeit in dem Maße verbessert wird, in dem es gelingt, durch adäquatere Anwendung bisher schon verwendeter Methoden bzw. durch Entwicklung neuer strukturadäquater Instrumente und Verfahren, solche Entwicklungen, die bei einer Beschränkung auf die bisherigen Methoden noch kryptometamorph blieben, in phanerometamorphe zu transformieren.

zweckmäßig erscheint. Der Bedarf nach Prognosen langfristiger sozialökonomischer Entwicklungen, insbesondere der langfristigen Entwicklung der Nachfrage, wird aus diesen Gründen in Zukunft m.E. wesentlich größer sein als gegenwärtig. Diese Prognosen werden sich m.E. in dem Maße in Zukunft durchsetzen, in dem führende Unternehmen erkennen, welche Vorteile Prognosen gegenüber einer über die Zukunft weniger gut informierten Konkurrenz bieten und zugleich lernen, sich der Prognose weit mehr als bisher erfolgreich zu bedienen, und es für die Konkurrenten dieser Unternehmen dadurch offenbar nachteilig wird, auf die Möglichkeiten zu verzichten, die die Prognose für die Planung und den Entscheidungsprozeß bietet.

Literaturverzeichnis

A

Åkerman, Johan, Theory of Industrialism. Causal Analysis and Economic Plans. Lund 1960.

Derselbe, Das Problem der sozialökonomischen Synthese. (Skrifter utgivna av Vetenskaps-Societeten i Lund, 21.) Lund 1938.

Albach, Horst, Die Prognose im Rahmen unternehmerischer Entscheidungen. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Albert, Hans, Nationalökonomie als Soziologie. Zur sozialwissenschaftlichen Integrationsproblematik. "Kyklos", Basel, Vol. XIII (1960).

Derselbe, Theorie und Prognose in den Sozialwissenschaften. "Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik", Bern, Jg. 93 (1957).

Alder, Henry L. and Edward B. Roessler, Introduction to Probability and Statistics. 3rd ed. San Francisco and London 1964.

Alexander, Sidney S., Economics and Business Planning. In: Economics and the Policy Maker. Derselbe, Gerhard Colm, Neil H. Jacoby, Louis Shere, Robert V. Roosa, Sumner H. Slichter, Mark S. Massel, Everett E. Hagen. (Brookings Institution, Brookings Lectures 1958-59.) Washington, D.C., 1959.

Alexandroff, P.S., Einführung in die Mengenlehre und die Theorie der reellen Funktionen. 3. Aufl. (Hochschulbücher für Mathematik, Bd. 23.) Berlin 1965.

Allen, R.G.D., Mathematical Economics. 2nd ed. reprinted (with alterations.) London, New York 1963.

Derselbe, Mathematik für Volks- und Betriebswirte. Eine Einführung in die mathematische Behandlung der Wirtschaftstheorie. Aus dem Englischen übersetzt von Erich Kosiol. 2. Aufl. Berlin 1962.

Allen, R.W., Factors Influencing Market Penetration. "Management Science", Baltimore, Md., Vol. 13, Series A (1967).

Allgemeine Statistik. Lehrbuch. Autorenkollektiv. Verf.: Arno Donda u.a. Hrsg.: Arno Donda, Eva Herrde, Otfried Kuhn, Richard Struck. 2. Aufl. Berlin 1965.

Ames, Edward and Stanley Reiter, Distributions of Correlation Coefficients in Economic Time Series. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

Anderson, Oskar, Probleme der statistischen Methodenlehre in den Sozialwissenschaften. 4., durchges. Aufl. (Einzelschriften der Deutschen Statistischen Gesellschaft, Nr. 6.) Würzburg 1962.

Derselbe, Induktive Logik und statistische Methode. "Allgemeines Statistisches Archiv", [München], Bd. 41 (1957).

Derselbe, Verteilungsfreie (nicht parametrische) Testverfahren in den Sozialwissenschaften. "Allgemeines Statistisches Archiv", München, Bd. 40 (1956).

Derselbe, Moderne Methoden der statistischen Kausalforschung in den Sozialwissenschaften. "Allgemeines Statistisches Archiv", München, Bd. 37 (1953).

Anderson, O., jr. und K. Winckler, Die kurzfristige Konjunkturprognose. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Anderson, T.W. and Herman Rubin, Estimation of the Parameters of a Single Equation in a Complete System of Stochastic Equations. "The Annals of Mathematical Statistics", Baltimore, Md., Vol. XX (1949).

Apel, Hans, Raumordnung und Regionalpolitik. In: Deutschland 1975. Analysen, Prognosen, Perspektiven. Hrsg. von Ulrich Lohmar. Mit einem Vorwort von Willy Brandt. (Gesprächskreis Wissenschaft und Politik der Friedrich-Ebert-Stiftung.) München 1965.

Arrow, Kenneth J. and Marvin Hoffenberg, A Time Series Analysis of Interindustry Demands. With the Assistance of Harry Markowitz and Ronald Shephard. (Contributions to Economic Analysis XVII.) Amsterdam 1959.

Ashrae Guide and Data Book. Applications for 1966 and 1967. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. New York, N.Y., 1966.

Aufgaben zur Matrizenrechnung und Linearen Optimierung mit ausführlichen Lösungswegen. Manfred Bliefernich, Manfred Gryck, Max Pfeifer, Claus-Joachim Wagner. Würzburg, Wien 1968.

B

Baade, Fritz, Weltenergiewirtschaft. Atomenergie - Sofortprogramm oder Zukunftsplanung? (rowohlts deutsche enzyklopädie, Nr. 75.) Hamburg 1958.

Derselbe, Welternährungswirtschaft. (rowohlts deutsche enzyklopädie, Nr. 29.) Hamburg 1956.

Baier, Martin, Zip Code - New Tool for Marketers. "Harvard Business Review", Boston, Vol. 45 (1967).

Balestra, Pietro, The Demand for Natural Gas in the United States. A Dynamic Approach for the Residential and Commercial Market. (Contributions to Economic Analysis 46.) Amsterdam 1967.

Barnett, Harold J., Specific Industry Output Projections. In: Long-Range Economic Projection. By the Conference on Research in Income and Wealth, National Bureau of Economic Research. (Studies in Income and Wealth, Vol. 16.) Princeton 1954.

Bartlett, M.S., Essays on Probability and Statistics. London, New York 1962.

Bassie, V. Lewis, Economic Forecasting. New York, Toronto, London 1958.

Bauer, Wilhelm, Probleme der langfristigen Strukturprognose und der Branchenprognosen. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Bauschinger, Julius, Ausgleichungsrechnung. (Methode der kleinsten Quadrate. Fehlertheorie.) Enthalten in: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften.

Bavink, Bernhard, Das Weltbild der heutigen Naturwissenschaften und seine Beziehungen zu Philosophie und Religion. Iserlohn 1947.

Beale, E.M.L., Numerical Methods. In: Nonlinear Programming. Ed.: J. Abadie, Contributors: S. Vajda u.a. Amsterdam 1967.

Becker, Otwin, Experimentelle Untersuchung der Erwartungsbildung für eine Zeitreihe. In: Beiträge zur experimentellen Wirtschaftsforschung. Hrsg. von Heinz Sauermann. Tübingen 1967.

Beld, C.A. van den, Die Praxis der laufenden Konjunkturdiagnose in den Niederlanden. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Berger, Richard, Sales Forecasting. "Chemical Engineering Progress", New York, N.Y., Vol. 55 (1959).

Berrisford, H.G., The Relation Between Gas Demand and Temperature: A Study in Statistical Demand Forecasting. "Operational Research Quarterly", Oxford, Vol. 16 (1965).

Bičanić, Rudolf, The Threshold of Economic Growth. "Kyklos", Basel, Vol. XV (1962).

Bihn, Willi R., Wandlungen in der statistischen Zeitreihenanalyse und deren Bedeutung für die ökonomische Forschung. "Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik", Stuttgart, Bd. 180 (1967).

Böhler, Eugen, Die Problematik der Konjunkturprognose. "Industrielle Organisation", Zürich, Jg. 28 (1959).

Bohm, David, Causality and Chance in Modern Physics. Foreword by Louis de Broglie. London 1957.

Bombach, Gottfried, Der Strukturbegriff in der Ökonomie. Enthalten in: Strukturwandlungen.

Derselbe, Über die Möglichkeit wirtschaftlicher Voraussagen. "Kyklos", Basel, Vol. XV (1962).

Derselbe, Zu: Kuhlo, Die Wachstumsprognose, insbesondere auch die Prognose der Produktivitätsentwicklung. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Derselbe, Über die Problematik von Wachstumsprognosen. In: Money, Growth, and Methodology and other Essays in Economics in Honour of Johan Åkerman. Ed. by Hugo Hegeland. (Lund Social Science Studies, No. 20.) Lund 1961.

Derselbe, Wirtschaftswachstum und Stabilität. Eine theoretische Analyse. In: Wachstum und Konjunktur. Bombach, Riese, Raabe, Giersch, Senf, Henschel. (Lebendige Wirtschaft, Bd. 21.) Darmstadt u. Opladen 1960.

Derselbe, Kreislauftheorie und volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. "Jahrbuch für Sozialwissenschaft", Göttingen, Bd. 11 (1960).

Bonhoeffer, Friedrich Otto, Langfristige Branchenprojektionen. Methoden und Probleme. (Schriftenreihe des Ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung, Nr. 54.) Berlin, München 1963.

Borchardt, Knut, Bericht über die mündlichen Verhandlungen. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Born, Max, Die statistische Deutung der Quantenmechanik. Nobelvortrag, gehalten am 11. Dezember 1954. In: Derselbe, Werner Heisenberg, Pascual Jordan, Zur Begründung der Matrizenmechanik. (Dokumente der Naturwissenschaft, Abteilung Physik, Bd. 2.) Stuttgart 1962.

Bortkiewicz, Ladislaus von, Anwendungen der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Statistik. Enthalten in: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften.

Derselbe, Die erkenntnistheoretischen Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung. "Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik", Jena, III. Folge, Bd. 17 (1899).

Bosse, Lothar, Über die Möglichkeit und den Nutzen von kurzfristigen Wirtschaftsprognosen. "Weltwirtschaftliches Archiv", Hamburg, Bd. 79 (1957 II).

Bowley, A.L., F.Y. Edgeworth's Contributions to Mathematical Statistics. London 1928.

Bratt, Elmer C., Business Forecasting. New York, Toronto, London 1958.

Broglie, Louis de, Foreword. Enthalten in: David Bohm.

Brown, Robert Goodell, Smoothing, Forecasting and Prediction of Discrete Time Series. (Prentice-Hall Quantitative Methods Series.) Englewood Cliffs, N.J., 1963,

Bulkin, Michael H., John L. Colley and Harry W. Steinhoff, jr., Load Forecasting, Priority Sequencing, and Simulation in a Job Shop Control System. "Management Science", Baltimore, Md., Vol. 13, Series B and C (1967).

Bull, Charles Marsh, The Selling Function in the Natural Gas Industry: An Analysis and Appraisal with Special Reference to Selected Midwestern States. A Thesis Presented to the Faculty of the Graduate College in the University of Nebraska. Lincoln, Neb., 1962.

Burchard, Hans-Joachim, Wolfgang Müller-Michaelis, Europas Energiestruktur im Wandel. Mit einem Vorwort von Edgar Salin. (Erste Sonderreihe der List Gesellschaft, Stimmen der Praxis, Bd. 4.) Basel, Tübingen 1967.

Busch, Gerald A., Prudent-Manager Forecasting. "Harvard Business Review", Boston, Mass., Vol. 39 (1961).

C

Cantor, Georg, Historische Notizen über die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle 1873. In: Derselbe, Gesammelte Abhandlungen mathematischen und philosophischen Inhalts. Mit erläuternden Anmerkungen sowie mit Ergänzungen aus dem Briefwechsel Cantor - Dedekind. Hrsg. von Ernst Zermelo.

Nebst einem Lebenslauf Cantors von Adolf Fraenkel. Hildesheim 1962.

The Century Ahead. "American Gas Journal", Dallas, Tex., 1959.

Chapman, Dave, Prognosis 1986, the Changing Consumer, Changing Products and Technology, Changing Markets. In: Home Appliance Builder. Washington, D.C., 1961.

Charnes, A. and W.W. Cooper and R.O. Ferguson, Optimal Estimation of Executive Compensation by Linear Programming. "Management Science. Journal of the Institute of Management Sciences", Baltimore, Md., Vol. 1 and 2 (1955 and 1956).

Derselbe and C.E. Lemke, Minimization of Non-Linear Separable Convex Functionals. "Naval Research Logistics Quarterly", Washington, D.C., Vol. 1 (1954).

Chemical Plants Will Spearhead Big Gaim Gas Growth. "The Oil and Gas Journal", Tulsa, Okla., 1965.

Chen, Gordon K.C. and Peter R. Winters, Forecasting Peak Demand for an Electric Utility with a Hybrid Exponential Model. "Management Science", Baltimore, Md., Vol. 12, Series B and C (1966).

Christ, Carl F., Aggregate Econometric Models. "The American Economic Review", Menasha, Wisc., Vol. XLVI (1956).

Churchman, C. West, Prediction and Optimal Decision, Philosophical Issues of a Science of Values. (Prentice-Hall International Series in Management.) Englewood Cliffs, N.J., 1961.

Clark, Colin, The Conditions of Economic Progress. 3rd ed., largely rewritten. London 1960.

Cobb, Hubbard H., Contributions of Market Research in the New Home Market. Enthalten in: Fourth Marketing Research Seminar.

Colm, Gerhard, Economic Prognosis as Basis of Economic Policy. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Derselbe, Economic Projections: Tools of Economic Analysis and Decision Making. "The American Economic Review", Papers and Proceedings, Menasha, Wisc., Vol. XLVIII (1958).

Commercial Atlas and Marketing Guide. 98th ed. Chicago, New York, San Francisco 1967.

Company Organization for Economic Forecasting. (American Management Association, Inc., Research Report No. 28.) New York, N.Y., 1957.

Consumer Expenditures and Income, Cross-Classification of Family Characteristics. Total United States, Urban and Rural, 1960-61. (United States Department of Labor, Survey of Consumer Expenditures, 1960-61, Supplement 2 to Bureau of Labor Statistics Report 237-93.) [Washington, D.C.] 1966.

Couts, D., D. Grether and M. Nerlove, Forecasting Non-Stationary Economic Time Series. "Management Science", Baltimore, Md., Vol. 13, Series A (1967).

Cowden, Dudley J., A Procedure for Computing Regression Coefficients. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 53 (1958).

Crisp, Richard D., Objectives and Techniques of Sales Forecasting. Enthalten in: Sales Forecasting.

Cromarty, William A., An Econometric Model for United States Agriculture. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 54 (1959).

Czuber, E., Wahrscheinlichkeitsrechnung. Enthalten in: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften.

D

Dantzig, George B., Management Science in the World of Today and Tomorrow. "Management Science", Baltimore, Md., Vol. 13, Series B and C (1967).

Derselbe, Linear Programming and Extensions. Princeton, N.J., 1963.

The Decade Ahead. The Challenging Residential Market for Energy. (Ebasco Services, Inc., Utility Marketing Services.) New York 1964.

Definition and Meaning of Degree Days. The Peoples Gas Light and Coke Company, Market Research Department. [Chicago] o.J.

Department of Housing and Urban Development, "Housing Statistics", Compiled Monthly from Government and other Sources, Annual Data. Washington, D.C., 1967.

Derry, T.K. and Trevor I. Williams, A Short History of Technology. From the Earliest Times to A.D. 1900. Oxford 1960.

Diagnose und Prognose als wirtschaftswissenschaftliche Methodenprobleme. Verhandlungen auf der Arbeitstagung des Vereins für Socialpolitik, Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, in Garmisch-Partenkirchen 1961. Hrsg. von Herbert Giersch und Knut Borchardt. (Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F., Bd. 25. Arbeitstagungen zur Erörterung der Aufgaben und Methoden der Wirtschaftswissenschaft in unserer Zeit.) Berlin 1962.

Dietrich, Günter und Henry Stahl, Grundzüge der Matrizenrechnung. 5., neubearb. Aufl. Leipzig 1968.

Draper, N.R., H. Smith, Applied Regression Analysis. (Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics.) New York, London, Sydney 1967. [3rd Printing.]

Duesenberry, James S., Income, Saving, and the Theory of Consumer Behavior. (Harvard Economic Studies, Vol. LXXXVII.) Cambridge, Mass., 1949.

Durbin, J., Estimation of Parameters in Time-Series Regression Models. "Journal of the Royal Statistical Society", Series B (Methodological), London, Vol. 22 (1960).

E

An Econometric Model of the United Kingdom. L.R. Klein and R.J. Ball, A. Hazlewood and P. Vandome. (Oxford University Institute of Statistics Monograph, No. 6.) Oxford 1961.

Economics of the Gas Industry, Competition, Conservation, Control, Investment, Financing, Marketing, Gas Reserves, Occurrence, Production. International Oil and Gas Educational Center, Southwestern Legal Foundation. Dallas, Tex., 1962.

Edgeworth, F.Y., On the Use of Medians for Reducing Observations Relating to Several Quantities. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science", London, Vol. XLVI, 6th Series (1923).

Derselbe, On a New Method of Reducing Observations Relating to Several Quantities. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine, and Journal of Science", London, Vol. 25, 5th Series (1888).

Derselbe, On Discordant Observations. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine, and Journal of Science", London, Vol. 23, 5th Series (1887).

Derselbe, The Choice of Means. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine, and Journal of Science", London, Vol. 24, 5th Series (1887).

Derselbe, The Empirical Proof of the Law of Error. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine, and Journal of Science", London, Vol. 24, 5th Series (1887).

Derselbe, A New Method of Reducing Observations Relating to Several Quantities. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine, and Journal of Science", London, Vol. 24, 5th Series (1887).

Elsner, Kurt, Mehrstufige Produktionstheorie und dynamisches Programmieren. (Schriften zur wirtschaftswissenschaftlichen Forschung, Bd. 11.) Meisenheim am Glan 1964.

Encke, J.F., Über die Methode der kleinsten Quadrate. Berliner Astronomisches Jahrbuch, Bd. 59 (1834), Bd. 60 (1835) u. Bd. 61 (1836), Berlin 1832, 1833 u. 1834.

Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften mit Einschluss ihrer Anwendungen. Erster Band in zwei Teilen. Arithmetik und Algebra. Redigiert von Wilhelm Franz Meyer. T. 2. Leipzig 1900 - 1904.

Energy Consumption on Farms in the United States 1966. A Study for the Farm Electrification. "Search and Summary", Milwaukee, Wisc., 1966.

Estes, B.E., What Management Expects of Forecasting. Enthalten in: Sales Forecasting.

Ezekiel, Mordecai, Methods of Correlation Analysis. 2nd ed. New York, London 1949.

Derselbe and Karl A. Fox, Methods of Correlation and Regression Analysis. Linear and Curvilinear. 3rd ed. New York, London, Sydney 1965.

F

Faddejew, D.K. und W.N. Faddejewa, Numerische Methoden der linearen Algebra. Übersetzung aus dem Russischen von Anita Bittner. München, Wien 1964.

Feldhaus, Franz M., Die Technik der Antike und Mittelalters. Potsdam 1931.

Ferber, Robert, A Study of Aggregate Consumption Functions. (National Bureau of Economic Research, Technical Paper 8.) New York 1953.

Derselbe, Statistical Techniques in Market Research. New York, Toronto, London 1949.

Fisher, Franklin M., A Priori Information and Time Series Analysis. Essays in Economic Theory and Measurement. (Contributions to Economic Analysis XXVI.) Amsterdam 1962.

Derselbe, Carl Kaysen, A Study in Econometrics: The Demand for Electricity in the United States. (Contributions to Economic Analysis XXVII.) Amsterdam 1962.

Fisher, Ronald A., Statistische Methoden für die Wissenschaft. 12., neu bearb. u. erw. Aufl. Einzige autorisierte Übertragung ins Deutsche von Dora Lucka. Edinburgh, London 1956.

Fisher, Walter D., A Note on Curve Fitting with Minimum Deviations by Linear Programming. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

Fisz, Marek, Wahrscheinlichkeitsrechnung und mathematische Statistik. 3., durchges. Aufl. (Hochschulbücher für Mathematik, Bd. 40.) Berlin 1965.

Fleischmann, Gerd, Zu: Gerfin, Die kurzfristige Konjunkturprognose. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Förster, Erhard, František Egermayer, Korrelations- und Regressionsanalyse. Ein Leitfaden für Ökonomen. Berlin 1966.

Foote, Richard J., A Modified Doolittle Approach for Multiple and Partial Correlation and Regression. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 53 (1958)

For Short-Haired Eggheads. An Econometric Model of the United Kingdom. By L.R. Klein and Others. "The Economist", London, vom 3. Juni 1961.

Forbes, R.J., Studies in Ancient Technology. Vol. I u. II. Leiden 1955.

Fourastié, Jean, Die große Hoffnung des zwanzigsten Jahrhunderts. Ins Deutsche übertragen von Burkart Lutz. Köln-Deutz 1954.

Derselbe, La Civilisation de 1975. (Que sais-je? No 219) 3e éd., remaniée. Paris 1953.

Derselbe, Le grand espoir du XXe siècle. Progrès technique, progrès economique, progrès social. 3e éd., revue et augmentée. Préface de André Siegfried. Paris 1952.

Fourth Marketing Research Seminar for Gas Utilities. Proceedings of a Seminar by the American Gas Association, Marketing Research Committee, Pittsburgh, Pa., October 31 and November 1, 1963. New York, N.Y., o.J.

Franken, Joseph Paul, Landesentwicklungsprogramm. (Nordrhein-Westfalen baut, Bd. 16.) Essen o.J.

Fraser, D.A.S., Statistics. An Introduction. New York, London 1958.

Freeman, Harold, Introduction to Statistical Inference. Reading, Mass., Palo Alto, London 1963.

Freudenthal, Hans und Hans-Georg Steiner, Aus der Geschichte der Wahrscheinlichkeitstheorie und der mathematischen Statistik. Enthalten in: Grundzüge der Mathematik.

Freund, Rudolf J., Richard W. Vail and C.W. Clunies-Ross, Residual Analysis. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

Fricke, R., Zur qualitativen Analyse der Wirtschaftsstruktur. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Frisch, Ragnar, On the Notion of Equilibrium and Disequilibrium. "The Review of Economic Studies", Vol. III (1935/36). Reprinted, New York 1959.

Derselbe, Statistical Confluence Analysis by Means of Complete Regression Systems. (Universitetets Økonomiske Institutt, Publikasjon nr. 5.) Oslo 1934.

Derselbe, Propagation Problems and Impulse Problems in Dynamic Economics. (Universitetets Økonomiske Institutt, Publikasjon nr. 3.) Oslo 1933. Reprinted from Economic Essays in Honour of Gustav Cassel. (London).

Führer, Hellmuth, Der Beitrag von Theorie und quantitativer Wirtschaftsforschung zur Konjunkturprognose. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Furfey, Paul Hanly and Joseph F. Daly, The Interpretation of the Product-Moment Correlation Coefficient. (The Catholic University of America Educational Research Monographs, Vol. VIII, No. 4.) Washington, D.C., 1934.

G

Gaddis, Paul O., The Project Manager. "Harvard Business Review", Boston, Vol. 37 (1959).

Gagne, F.L., Growth Trends and Population Shifts in Utility Service Areas. Enthalten in: Third Marketing Research Seminar.

Galbraith, John Kenneth, Gesellschaft im Überfluß. Übersetzt von Rudolf Mühlfenzl. 2. Aufl. (Knaur Taschenbuch 23.) München, Zürich 1968.

Gantmacher, F.R., Matrizenrechnung. T. I: Allgemeine Theorie. 2., berichtigte Aufl. (Hochschulbücher für Mathematik, Bd. 36.) Berlin 1965.

Gas Engineers Handbook. Fuel Gas Engineering Practices. The Industrial Press. New York, N.Y., 1965.

Gates, Donald E., Reliable Forecasting in the Smoller Company: Dodge Manufacturing Corporation. Enthalten in: Sales Forecasting.

Gauss, Carl Friedrich, Abhandlungen zur Methode der kleinsten Quadrate. In deutscher Sprache hrsg. von A Börsch und P. Simon. Berlin 1887.

Derselbe, Bestimmung des Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona durch Beobachtungen am Ramsden'schen Zenithsector. (1828). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, [Anzeige der Vorlesung:] Supplementum Theoriae combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae. "Göttingische gelehrte Anzeigen", (1826). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, Ergänzung zur Theorie der den kleinsten Fehlern unterworfenen Combination der Beobachtungen. (1826). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, Chronometrische Längenbestimmungen. (Auszug aus einem Schreiben an H.C. Schumacher.) "Astronomische Nachrichten", Bd. V (1826). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, [Anzeige der Vorlesung:] Theoria Combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae, pars posterior. "Göttingische gelehrte Anzeigen", (1823). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf eine Aufgabe der praktischen Geometrie. (Auszug aus einem Schreiben an H.C. Schumacher.) "Astronomische Nachrichten", Bd. I (1822). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, [Anzeige der Vorlesung:] Theoria Combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae, pars prior. "Göttingische gelehrte Anzeigen", (1821). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, Theorie der den kleinsten Fehlern unterworfenen Combination der Beobachtungen. Erster Theil: 1821. Zweiter Theil: 1823. Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, Bestimmung der Genauigkeit der Beobachtungen. "Zeitschrift für Astronomie und verwandte Wissenschaften", Bd. I (1816). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, [Anzeige der Vorlesung:] Disquisitio de elementis ellipticis Palladis ex oppositionibus annorum 1803, 1804, 1805, 1807, 1808, 1809. [Auszug.] "Göttingische gelehrte Anzeigen", (1810). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, Aus der Untersuchung über die elliptischen Elemente der Pallas aus den Oppositionen der Jahre 1803, 1804, 1805, 1807, 1808 und 1809. Auszug: Art. 10-15. (1810). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, [Anzeige des Werkes:] Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis Solem ambientum.

[Auszug.] Hamburgi 1809. "Göttingische gelehrte Anzeigen", (1809). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Derselbe, Aus der Theorie der Bewegung der Himmelskörper, welche in Kegelschnitten die Sonne umlaufen. 2. Buch. 3. Abschnitt. Bestimmung der Bahn, die beliebig viele Beobachtungen möglichst genau erfüllt. (1809). Enthalten in: Derselbe, Abhandlungen.

Gebietsentwicklungsplan. Teilabschnitt kreisfreie Stadt Mönchengladbach, kreisfreie Stadt Rheydt. Entwurf. Landesplanungsgemeinschaft Rheinland. Düsseldorf 1969.

Gebietsentwicklungsplan. Teilabschnitt kreisfreie Stadt Köln, Landkreis Köln, Rheinisch-Bergischer Kreis. Entwurf. Landesplanungsgemeinschaft Rheinland. Düsseldorf 1969.

Gebietsentwicklungsplan. Teilabschnitt Niederrhein. Entwurf. Landesplanungsgemeinschaft Rheinland. Düsseldorf 1968.

Gebietsentwicklungsplan. Teilabschnitt Landkreis Grevenbroich. Landesplanungsgemeinschaft Rheinland. [Düsseldorf] o.J.

Gerfin, Harald, Begriffe und Fragestellungen wirtschaftlicher Vorausschätzungen. "Allgemeines Statistisches Archiv", Göttingen, Bd. 51 (1967).

Derselbe, Langfristige Wirtschaftsprognose. (Hand-und Lehrbücher aus dem Gebiet der Sozialwissenschaften.) Tübingen, Zürich 1964.

Derselbe, Allgemeine Wirtschaftsprognosen und betriebliche Absatzprognosen. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 44 (1964).

Derselbe, Die kurzfristige Konjunkturprognose. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Derselbe, Einige Probleme mittel- und langfristiger Marktprognosen. "Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik", Bern, Jg. 97 (1961).

Gerwig, Robert William, Natural Gas Production. A Study of Costs of Regulation. A Dissertation Submitted to the Faculty of the Graduate School of Business, University of Chicago. Chicago, Ill., 1963.

Giersch, Herbert, Allgemeine Wirtschaftspolitik. Bd. 1: Grundlagen. (Die Wirtschaftswissenschaften, Reihe B, Nr. 9.) Wiesbaden 1960.

Goland, Martin, Modern Concepts for Gas Utilization. (American Gas Association, General Management Section Annual Conference, Denver, Colo.) o.O. 1962. (Hektogr.)

Goldberger, Arthur S., Topics in Regression Analysis. (Macmillan Series in Economics.) New York, London 1968.

Derselbe, Econometric Theory. (A Wiley Publication in Applied Statistics.) New York, London, Sydney 1964.

Derselbe, Stepwise Least Squares: Residual Analysis and Specification Error. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

Derselbe, Impact Multipliers and Dynamic Properties of the Klein-Goldberger Model. (Contributions to Economic Analysis XIX.) Amsterdam 1959.

Derselbe and D.B. Jochems, Note on Stepwise Least Squares. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

Gollnick, Heinz, Probleme der Wirtschaftsprognose aus der Sicht des Ökonometrikers. "Jahrbuch für Sozialwissenschaft", Göttingen, Bd. 16 (1965).

Gonzalez, Richard J., Interfuel Competition. "The Oil and Gas Journal", Tulsa, Okla., 1967.

Greenberg, B.G. and A.E. Sarhan, Matrix Inversion, its Interest and Application in Analysis of Data. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 54 (1959).

Gregg, J.V., C.H. Hossell, J.T. Richardson, Mathematical Trend Curves: An Aid to Forecasting. (Mathematical and Statistical Techniques for Industry, Monograph No. 1.) Edinburgh, London 1964.

Grenander, Ulf and Murray Rosenblatt, Statistical Analysis of Stationary Time Series. Stockholm 1956.

Grunberg, Emile and Franco Modigliani, The Predictability of Social Events. "The Journal of Political Economy", Chicago, Ill., London, Vol. LXII (1954).

Grundzüge der Mathematik für Lehrer an Gymnasien sowie für Mathematiker in Industrie und Wirtschaft. Bd. IV. Praktische Methoden und Anwendungen der Mathematik (Geometrie und Statistik). Hrsg. von H. Behnke, G. Bertram, R. Sauer. Göttingen 1966.

Grundzüge der räumlichen Entwicklung in Nordrhein-Westfalen von 1871 bis 1963. Bearb. von Johannes Weinheimer und Heinrich Lowinski. (Schriftenreihe des Ministers für Landesplanung, Wohnungsbau und öffentliche Arbeiten des Landes Nordrhein-Westfalen, H. 21: Die Entwicklung der räumlichen Ordnung Nordrhein-Westfalens, Beiträge zur Raumforschung und Landesplanung in Nordrhein-Westfalen, 1. Folge.) Düsseldorf 1965.

Gustafson, Robert L., Partial Correlations in Regression Computations. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

H

Haavelmo, Trygve, The Probability Approach in Econometrics. "Econometrica", Chicago, Ill., Vol. 12, Supplement, (1944).

Haberler, Gottfried, Prosperity and Depression. A Theoretical Analysis of Cyclical Movements. 3rd ed., enlarged by part III. New York 1946.

Hadley, G., Nonlinear and Dynamic Programming. (Addison-Wesley Series in Management Science and Economics.) Reading, Mass., Palo Alto, London 1964.

Derselbe, Linear Programming. (Addison-Wesley Series in Industrial Management.) Reading, Mass., London 1962.

Derselbe, Linear Algebra. (Addison-Wesley Series in Industrial Management.) Reading, Mass., London 1961.

Hafstad, L.R., On the Bartels Technique for Time-Series Analysis, and its Relation to the Analysis of Variance. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 35 (1940).

Hahn, L. Albert, Über Wirtschaftsprognosen. "Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik", Bern, Jg. 89 (1953).

Derselbe, Die Propheten des Unprophezeibaren. "Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen", Frankfurt/M., Jg. 5 (1952).

Derselbe, Die Fata Morgana der Wirtschaftsprophezeiung. "Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen", Frankfurt/M., Jg. 5 (1952).

Hainsworth, G.B., The Lorenz Curve as a General Tool of Economic Analysis. "The Economic Record", Melbourne, Vol. 40 (1964).

Hanau, A. und H.-B. Krohn, Die langfristigen Absatzaussichten der westdeutschen Landwirtschaft bis 1965. "Agrarwirtschaft", Hannover, Jg. 5 (1956).

Derselbe und E. Wöhlken, Probleme der langfristigen Strukturprognose und der Branchenprognosen im Agrarsektor. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Hannan, E.J., Time Series Analysis. (Methuen's Monographs on Applied Probability and Statistics.) London, New York 1960.

Hansen, P.A., Von der Methode der kleinsten Quadrate im allgemeinen und ihrer Anwendung auf die Geodäsie. (Abhandlungen der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften XIII, mathematisch-physische Classe, Bd. VIII, Nr. V.) Leipzig 1867.

Haq, M.S., Zur Prognose aus einer homoskedastischen Normalverteilung mit Hilfe der Strukturwahrscheinlichkeit. "Statistische Hefte", Köln u. Opladen, N.F., Jg. 9 (1968).

Harris, Lawrence, A Decision-Theoretic Approach on Deciding when a Sophisticated Forecasting Technique is Needed. "Management Science", Baltimore, Md., Vol. 13, Series B and C (1967).

Hartley, William D., Shape of the Future. "Wall Street Journal", Chicopee, Mass., New York, vom 27. 12. 1966.

Hartwig, Heinrich, Naturwissenschaftliche und sozialwissenschaftliche Statistik. "Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft", Tübingen, Bd. 112 (1956).

Haseloff, O.W., H.-J. Hoffmann, Kleines Lehrbuch der Statistik für Naturwissenschaft und Technik, Psychologie, Sozialforschung und Wirtschaft. 3., neubearb. u. erw. Aufl. Berlin 1968.

Heady, Earl O. and Donald R. Kaldor, Expectations and Errors in Forecasting Agricultural Prices. "The Journal of Political Economy", Chicago, London, Vol. LXII (1954).

Heisenberg, Werner, Das Naturbild der heutigen Physik. (rowohlts deutsche enzyklopädie, Bd. 8) 13. Aufl. Hamburg 1966.

Derselbe, Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft. Zehn Vorträge. 9., erw. Aufl. Stuttgart 1959.

Derselbe, Die Plancksche Entdeckung und die philosophischen Grundfragen der Atomlehre. Vortrag, auf der Gedenkfeier zu Max Plancks 100. Geburtstag, gehalten am 23. April 1958 in Berlin. Enthalten in: Derselbe, Wandlungen.

Derselbe, Atomforschung und Kausalgesetz. "Universitas", Stuttgart, Jg. 9 (1954).

Derselbe, Wandlungen in den Grundlagen der exakten Naturwissenschaft in jüngster Zeit. Vorgetragen in der ersten allgemeinen Sitzung anläßlich der Hauptversammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, Hannover, am 17. September 1934. Zuerst abgedruckt in den Naturwissenschaften 1934, Jg. 22, H. 40. Enthalten in: Derselbe, Wandlungen.

Derselbe, Die Entwicklung der Quantenmechanik. Vortrag, gehalten 1933 bei der Entgegennahme des Nobelpreises in Stockholm. Enthalten in: Derselbe, Wandlungen.

Henke, Richard, Über die Methode der kleinsten Quadrate. 2., unveränd. Aufl. Nebst Zusätzen. Leipzig 1894.

Henn, Rudolf, Die Auswertung wirtschaftlicher Beobachtungen. (Wirtschaftswissenschaftliche Schriften 2.) Meisenheim am Glan 1955.

Historical Statistics of the Gas Industry. American Gas Association. New York 1961.

Historical Statistics of the United States. Colonial Times to 1957. A Statistical Abstract Supplement. Prepared by the Bureau of the Census, U.S. Department of Commerce, with the Cooperation of the Social Science Research Council. Washington, D.C., 1960.

Historical Statistics of the United States. 1789 - 1945. A Supplement to the Statistical Abstract of the United States. Prepared by the Bureau of the Census with the Cooperation of the Social Science Research Council. Washington, D.C., 1949.

Hoadley, Walter E., The Economists Contribution to Management Planning. [Rede, gehalten auf dem internationalen Management Congress, 17. Sept. 1963.] Zitiert nach: The Economist and Management. "Business Management Record", Hrsg. National Industrial Conference Board. New York 1963.

Hoel, Paul G., Introduction to Mathematical Statistics. 2nd ed. (A Wiley Publication in Mathematical Statistics.) New York, London 1960.

Holt, Charles C., Forecasting Requirements from the Business Standpoint. In: The Quality and Economic Significance of Anticipations Data. A Conference of the Universities. A Report of the National Bureau of Economic Research, New York. (National Bureau of Economic Research Special Conference Series, 10.) Princeton 1960.

Hoover, E.M., The Location of Economic Activity. New York 1948. Zitiert nach: Wallace Francis Lovejoy. Siehe: Lovejoy.

Horst, Paul, Matrix Algebra for Social Scientists. New York 1963.

Hotelling, Harold, The Selection of Variates for Use in Prediction with some Comments on the General Problem of Nuisance Parameters. "The Annals of Mathematical Statistics", Baltimore, Md., Vol. XI (1940).

Housing in Western Europe. (Stanford Research Institute, Report No. 307.) Menlo Park, Calif., 1966.

Hurwicz, Leonid, Generalization of the Concept of Identification. Enthalten in: Statistical Inference in Dynamic Economic Models.

Derselbe, Prediction and Least Squares. Enthalten in: Statistical Inference in Dynamic Economic Models.

Huxley, Julian, Entfaltung des Lebens. Übersetzt von J. und Th.A. Knust. 2. Aufl. (Bücher des Wissens, Fischer Bücherei, Bd. 61.) Frankfurt/M., Hamburg 1956.

I

Industrial Gas Marketing Planbook. American Gas Association and David Sage, Inc., New York, N.Y., 1965.

Input-Output. The Technique and its Applications. [Northern Natural Gas Co.] Marketing Division, Market Development. [Omaha 1967].

Interfuel Competition in the United States. (Stanford Research Institute, Report No. 312.) Menlo Park, Calif., 1967.

The International Dictionary of Physics and Electronics. London o.J.

Isenberg, G., Entwicklung und Zukunftsaussichten der Rheinischen Stadtlandschaft. Referat, gehalten vor der ordentlichen Mitgliederversammlung der Landesplanungsgemeinschaft Rheinland, am 30. April 1968 in Düsseldorf. Düsseldorf 1968.

Isenson, Raymond S., Technological Forecasting in Perspective. "Management Science", Baltimore, Md., Vol. 13, Series B and C (1967).

J

Jacobs, Alfred und Margret Jacobs, Die Berechnung der Marktnachfrage. Amtliche Statistik im Dienst der Nachfrageanalyse. (Veröffentlichungen des Hamburgischen Welt-Wirtschafts-Archivs, Absatzwirtschaft, Bd. 5.) Köln u. Opladen 1968.

Jeck, Ute, Die Theorie der Domination von François Perroux. Darstellung und kritische Würdigung. (Volkswirtschaftliche Schriften, H. 121.) Berlin 1968.

Jöhr, W.A. und F. Kneschaurek, Die Prognose als Basis der Wirtschaftspolitik. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Johannsen, Otto, Geschichte des Eisens. 3., völlig neu bearb. Aufl. Düsseldorf 1953.

Johansen, Leif, A Multi-Sectoral Study of Economic Growth. (Contributions to Economic Analysis XXI.) Amsterdam 1960.

Johnston, J., Econometric Methods. (International Student Edition.) New York 1963.

Johnston, John B., G. Baley Price, Fred S. van Vleck, Linear Equations and Matrices. (Addison-Wesley Series in Behavioral Sciences: Quantitative Methods.) Reading, Mass., 1966.

Jones, F.B., How to Forecast Residential Gas Customers from Population Trends. "Gas Age", Philadelphia, New York, Vol. 99 (1947).

Jones, Harold B. and Jack C. Thompson, Squared Versus Unsquared Deviations for Lines of Best Fit. "Agricultural Economics Research", Washington, D.C., Vol. 20 (1968).

Jouvenel, Bertrand de, Die Kunst der Vorausschau. (Politica, Bd. 34.) Neuwied u. Berlin 1967.

Derselbe, Prospective Économique. In: Problèmes Économiques de Notre Temps. Par Bertrand de Jouvenel, Pierre Bauchet, Pierre Dieterlen, Jacques Lecaillon, Jean Marchal, Jacques Austruy, André Marchal. Avant-Propos de André Marchal. Paris 1966.

Jürgensen, Harald, Regionalpolitik im Ballungsraum. Das Beispiel der Hamburger Wirtschaftsregion. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 44 (1964).

K

Kade, Gerhard, Theorie - Prognose - Programm. Über einige Grundkategorien wirtschaftspolitischer Entscheidungsprozesse. "Konjunkturpolitik", Berlin, Jg. 10 (1964).

Kästner, Klaus, Gesamtwirtschaftliche Planung in einer gemischten Wirtschaftsordnung. (Institut für europäische Wirtschaftspolitik der Universität Hamburg, Wirtschaftspolitische Studien 5.) Göttingen 1966.

Kapferer, Clodwig und Wolfgang K.A. Disch, Absatzprognose. (Veröffentlichungen des Hamburgischen Welt-Wirtschafts-Archiv, Kompendium der Absatzwirtschaft, Bd. 8.) Köln u. Opladen 1966.

Karst, Otto J., Linear Curve Fitting Using Least Deviations. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 53 (1958).

Katona, George, Das Verhalten der Verbraucher und Unternehmer. Über die Beziehungen zwischen Nationalökonomie, Psychologie und Sozialpsychologie. Hrsg. von Erik Boettcher.

Übersetzt von Gerhard Kröckel und Herwig Kardel. Tübingen 1960.

Kendall, Maurice G., A Course in Multivariate Analysis. 2nd impr. with minor corrections. (Griffin's Statistical Monographs and Courses, No. 2.) London 1961.

Derselbe, Natural Law in the Social Science. "Journal of the Royal Statistical Society", Series A (General), London, Vol. 124 (1961).

Derselbe and Alan Stuart, The Advanced Theory of Statistics. In three Volumes. Volume 3: Design and Analysis, and Time-Series. 2nd ed. London 1968.

Diesselben, The Advanced Theory of Statistics. In three Volumes. Volume 2: Inference and Relationship. 2nd ed. London 1967.

Kendall, William D., More Effective Presentation of Forecast Information. Enthalten in: Sales Forecasting.

Keynes, John Maynard, A Treatise on Probability. London 1948.

Derselbe, Die wirtschaftlichen Folgen des Friedensvertrages. Übers. von M.J. Bonn und C. Brinkmann. München u. Leipzig 1920.

Kirby, Robert M., A Comparison of Short and Medium Range Statistical Forecasting Methods. "Management Science", Baltimore, Md., Vol. 13, Series B and C (1967).

Klein, L.R. and A.S. Goldberger, An Econometric Model of the United States, 1929 - 1952. (Contributions to Economic Analysis IX.) Amsterdam 1955.

Kneschaurek, F., Langfristige Marktprognosen in der Unternehmungsplanung exportorientierter Industrien. "Außenwirtschaft", Zürich u. St. Gallen, Jg. 21 (1966).

Derselbe, Wachstumsbedingte Wandlungen der Beschäftigungsstruktur im industriellen Produktionssektor. Enthalten in: Strukturwandlungen.

Derselbe, Möglichkeiten und Grenzen der langfristigen Wirtschaftsprognose. "Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik", Bern, Jg. 96 (1960).

Derselbe, Probleme der langfristigen Marktprognose. "Außenwirtschaft", Zürich u. St. Gallen, Jg. 14 (1959).

König, Heinz, Probleme der langfristigen Strukturprognose und der Branchenprognosen. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Koopmans, Tjalling C., Identification Problems in Economic Model Construction. Enthalten in: Studies in Econometric Method.

Derselbe, When is an Equation System Complete for Statistical Purposes? Enthalten in: Statistical Inference in Dynamic Economic Models.

Kornfeld, Joseph A., Natural Gas Economics. Dallas 1949.

Krekó, Béla, Lehrbuch der linearen Optimierung. 2., berichtigte Aufl. Berlin 1965.

Krelle, Wilhelm, Verteilungstheorie. (Die Wirtschaftswissenschaften, Reihe B, Nr. 8.) Wiesbaden 1962.

Derselbe, Möglichkeiten und Grenzen der Konjunkturdiagnose. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Derselbe, Preistheorie. (St. Galler Wirtschaftswissenschaftliche Forschungen, Bd. 17.) Tübingen, Zürich 1961.

Kreyszig, Erwin, Statistische Methoden und ihre Anwendungen. Göttingen 1965.

Kromphardt, Wilhelm, Rudolf Henn, Karl Förstner, Lineare Entscheidungsmodelle. (Enzyklopädie der Rechts- und Staatswissenschaft, Abteilung Staatswissenschaft.) Berlin, Göttingen, Heidelberg 1962.

Kruskal, William H., Ordinal Measures of Association. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 53 (1958).

Kühn, Arthur, Conurbation in Großbritannien. "Allgemeines Statistisches Archiv", München, Bd. 37 (1953).

Künzi, Hans Paul, Wilhelm Krelle, Nichtlineare Programmierung. Unter Mitwirkung von Werner Oettli. (Monographien zur Unternehmensforschung, hrsg. von A. Jaeger, W. Krelle, H.P. Künzi, K. Wenke, Ph. Wolfe, Bd. 1.) Berlin, Göttingen, Heidelberg 1962.

Kuhlo, Karl Christian, Die Wachstumsprognose, insbesondere auch die Prognose der Produktivitätsentwicklung. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Kuhn, Helmut, Die Struktur quantitativer Modelle. Zur wirtschafts-theoretischen Grundlegung der Ökonometrie. (Tübinger wirtschaftswissenschaftliche Abhandlungen, Bd. 4.) Tübingen 1968.

Kuznets, Simon, Concepts and Assumptions in Long-Term Projections of National Product. In: Long-Range Economic Projection. By the Conference on Research in Income and Wealth, National Bureau of Economic Research. (Studies in Income and Wealth, Vol. 16.) Princeton 1954.

Derselbe, On the Analysis of Time Series. "Journal of the American Statistical Association", Concord, N.H., Vol. XXIII (1928).

Derselbe, On Moving Correlation of Time Sequences. "Journal of the American Statistical Association", Concord, N.H., Vol. XXIII (1928).

L

Lagally, Max, Vorlesungen über Vektorrechnung. 7. Aufl. Bearb. von Walter Franz. (Mathematik und ihre Anwendungen in Physik und Technik, Reihe A, Bd. 2.) Leipzig 1964.

Landsberg, Hans H., Leonhard L. Fischman, and Joseph L. Fisher, Resources in America's Future. Patterns of Requirements and Availabilities 1960-2000. Baltimore, Md., 1963.

Lange, Oskar, Die allgemeine Interdependenz der Wirtschaftsgrößen und die Isolierungsmethode. "Zeitschrift für Nationalökonomie", Wien, Bd. IV (1933).

Langen, Heinz, Das Handikap der Statik. "Der Volkswirt", Frankfurt, Jg. 20 (1966).

Laplace, [Pierre Simon] Marquis de, Théorie analythique des probabilités. 3e éd., revue et augmentée par l'auteur. Paris 1820. Wieder abgedruckt in: Oeuvres complètes de Laplace. T. 7e. [Livre I u. II] Paris 1886.

Lechner, Karl, Prognose und Planung in der Unternehmung. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 44 (1964).

Lees, Ruth W. and Frederic M. Lord, A Nomograph for Computing Partial Correlation Coefficients. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

Lehbert, Berndt, Beitrag zum Problem der ökonometrischen Bestimmung einer Substitutionselastizität. "Weltwirtschaftliches Archiv", Hamburg, Bd. 83 (1959 II).

Leontief, Wassily, Proposal for Better Economic Forecasting. 1964. In: Derselbe, Input-Output-Economics. New York 1966.

Derselbe, Structural Change. In: Studies in the Structure of the American Economy. Theoretical and Empirical Explorations in Input-Output-Analysis. Wassily Leontief and Others. New York 1953.

Derselbe, Die Methode der Input-Output-Analyse. "Allgemeines Statistisches Archiv", München, Bd. 36 (1952).

Lexis, W., Über die Wahrscheinlichkeitsrechnung und deren Anwendung auf die Statistik. "Jahrbücher für Nationalökonomie und Statistik", Jena, N.F., Bd. 13 (1886).

Lindsay, R.B., Grenzprinzipien in der modernen Physik. "Universitas", Stuttgart, Jg. 3 (1948).

Derselbe and Henry Margenau, Foundations of Physics. New York, London 1936.

Linnik, J.W., Methode der kleinsten Quadrate in moderner Darstellung. (Mathematik für Naturwissenschaft und Technik, Bd. 5.) Berlin 1961.

Long-Range Projections for Economic Growth. The American Economy in 1970. A Staff Report. (National Planning Association, Planning Pamphlet No. 107.) Washington, D.C., 1959.

Lovejoy, Wallace Francis, The Regulation of Natural Gas and its Economic Background. A Thesis Submitted at the University of Wisconsin. Ann Arbor, Mich., 1964.

Lutz, Friedrich A., Das Problem der Wirtschaftsprognosen. (Recht und Staat in Geschichte und Gegenwart, 185.) Tübingen 1955.

M

MacGowan, Thomas G., When and How Forecasts Should be Reviewed and Revised. Enthalten in: Sales Forecasting.

Mackenroth, Gerhard, Methodenlehre der Statistik. 3., unveränderte Aufl. (Grundriß der Sozialwissenschaft, Bd. 24.) Göttingen 1963.

Major U.S. Market Analysis 1961. Complete Sales Ranking by Dollar Volume of all 300 Metropolitan Market Areas in the Basic Sales Classifications. Sales Management and U.S. Bureau of Census. Greensboro, N.C., 1961.

Malenbaum, Wilfred, John D. Black, The Use of the Short-Cut Graphic Method of Multiple Correlation. "The Quarterly Journal of Economics", Cambridge, Mass., Vol. LII (1938), Repr. New York 1964.

Malthus, Thomas Robert, An Essay on Population. Introduction by Michael P. Fogarty. (Everyman's Library 692.) London, New York 1958.

Marinell, Gerhard, Die Zähmung des Zufalls. "Allgemeines Statistisches Archiv", Göttingen, Bd. 51 (1967).

A Marketing Profile of "the Big Sixties". (McCann-Erickson, Inc., Marketing Communications Workshop, Publication No. 4.) New York, N.Y., o.J.

Marketing Research Handbook. Interim Revision. American Gas Association. New York, N.Y., 1964.

Marquardt, Wilhelm und Werner Strigel, Der Konjunkturtest. Eine neue Methode der Wirtschaftsbeobachtung. (Schriftenreihe des Ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung, Nr. 38.) Berlin, München 1959.

Marschak, Jacob, Economic Measurements for Policy and Prediction. Enthalten in: Studies in Econometric Method.

Masani, P. and N. Wiener, Non-Linear Prediction. In: Probability and Statistics. The Harald Cramêr Volume. Ed. by Ulf Grenander. Stockholm, New York 1959.

Maverick, Lewis A., Time Series Analysis: Smoothing by Stages. San Antonio, Tex., 1945.

McCloud, Leland W., Comparative Costs of Competitive Fuels. "West Virginia University Business and Economic Studies", Morgantown, Vol. 1 (1951). Zitiert nach: Wallace Francis Lovejoy. Siehe: Lovejoy.

McDaniel, George D., Methods of Regaining and Maintaining Distillete Markets in the Face of Growing Competition from Natural Gas. [Rede, gehalten im Institute of Marketing in the Petroleum Industry, Southwestern Legal Foundation, am 23. Oktober 1964 in Dallas, Tex.]

McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology. An International Reference Work in Fifteen Volumes. Vol. 2: BAB-CET. New York 1960.

McGraw-Hill Marketing Services. o.O. 1963.

McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology. Comprehensive Coverage of the Important Events of 1965 as Compiled by the Staff of the McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology. New York 1966.

Menges, Günter, Grundriß der Statistik. T. 1: Theorie. Köln u. Opladen 1968.

Derselbe, Ökonometrische Prognosen. Köln u. Opladen 1967.

Derselbe, Vorausschätzung mit Hilfe ökonometrischer Modelle. "Allgemeines Statistisches Archiv", Göttingen, Bd. 51 (1967).

Derselbe, Statistik und Wirtschaftsprognose. In: Umrisse einer Wirtschaftsstatistik. Festgabe für Paul Flaskämper zur 80. Wiederkehr seines Geburtstages. Hrsg. von Adolf Blind. Hamburg 1966.

Derselbe, Über Wahrscheinlichkeitsinterpretationen. "Statistische Hefte", Frankfurt am Main, Jg. 6 (1965).

Derselbe, Die ökonometrische Struktur und die Frage ihrer Konstanz. Enthalten in: Strukturwandlungen.

Derselbe, Ökonometrie. (Die Wirtschaftswissenschaften, Reihe B, Nr. 20.) Wiesbaden 1961.

Derselbe und Helmut Diehl, Das Stabilitätsproblem in der Ökonometrie. "Statistische Hefte", Frankfurt am Main, Jg. 6 (1965).

Methoden zur Vorausschätzung der Wirtschaftsentwicklung auf lange Sicht. Bericht einer Sachverständigengruppe. (Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften, Statistische Informationen, 1960).

Meyer, John R. and Edwin Kuh, The Investment Decision. An Empirical Study. (Harvard Economic Studies, Vol. CII.) Cambridge, Mass., 1957.

Meyer-Dohm, Peter, Der private Haushalt im Prozeß der Bedarfsdifferenzierung. Enthalten in: Strukturwandlungen.

Mikula, J.H., Contributions of Market Research to Building Commercial and Industrial Load. Enthalten in: Fourth Marketing Research Seminar.

Mill, John Stuart, Grundsätze der politischen Oekonomie nebst einigen Anwendungen derselben auf die Gesellschaftswissenschaft. Aus der fünften Ausgabe des Originals übersetzt von Adolf Soetbeer. 2. deutsche Ausgabe. Hamburg 1864.

Miller, Roger, [Buchbesprechung von] Mordecai Ezekiel and Karl A. Fox, Methods of Correlation and Regression Analysis. Linear and Curvilinear. Third Edition. New York 1959. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

Miller, Rupert G., jr., Simultaneous Statistical Inference. (McGraw-Hill Series in Probability and Statistics.) New York 1966.

Mitchell, B.R., Phyllis Deane, Abstract of British Historical Statistics. Cambridge 1962.

Mitchell, Wesley D., A Field Study of the Effects of Weather upon Daily Gas Consumption for Space Heating in Chicago. Presented at the 175th National Meeting of the American Meteorological Society, March 26, 1959, at Chicago, Ill.

Mittlere Gradtagzahlen. Bearb.: A. Sandreczki. Deutscher Wetterdienst, Zentralamt. Offenbach/Main o.J.

Modigliani, Franco, Owen H. Sauerlender, Economic Expectations and Plans of Firms in Relation to Short-Term Forecasting. Assisted by Bernard J. Marks. In: Short-Term Economic Forecasting. By the Conference on Research in Income and Wealth, National Bureau of Economic Research. (Studies in Income and Wealth, Vol. 17.) Princeton 1955.

Derselbe and H.M. Weingartner, Forecasting Uses of Anticipatory Data on Investment and Sales. "The Quarterly Journal of Economics", Cambridge, Mass., Vol. LXXII (1958).

Mood, Alexander McFarlane, Introduction to the Theory of Statistics. New York, Toronto, London 1950.

Morgenstern, Oskar, The Compressibility of Economic Systems and the Problem of Economic Constants. "Zeitschrift für Nationalökonomie", Wien, New York, Bd. XXVI (1966).

Derselbe, Über die Genauigkeit wirtschaftlicher Beobachtungen. 2., völlig neu bearb. u. erw. Aufl. Übersetzt aus dem Amerikanischen von E. Schlecht. Wien, Würzburg 1965.

Derselbe, On the Accuracy of Economic Observations. 2nd ed., completely revised. Princeton, N.J., 1963.

Derselbe, A New Look at Economic Time Series Analysis. In: Money, Growth and Methodology and other Essays in Economics in Honour of Johan Åkerman. Ed. by Hugo Hegeland. (Lund Social Science Studies, No. 20.) Lund 1961.

Derselbe, Wirtschaftsprognose. Eine Untersuchung ihrer Voraussetzungen und Möglichkeiten. Wien 1928.

Müller, Georg, Verstädterung in der Welt. "Das Gas- und Wasserfach", München, Jg. 107 (1966).

Münzner, Hans und Kurt Stange, Statistische Methoden. Enthalten in: Grundzüge der Mathematik.

Murphy, Kathryn R., Spending and Saving in Urban and Rural Areas. (United States Department of Labor, Survey of Consumer Expenditures, 1960-61, Bureau of Labor Statistics Report No. 238-14.) Washington, D.C., 1965. Reprinted from Monthly Labor Review, Vol. 88 (1965).

Dieselbe, Contrasts in Spending by Urban Families. Trends Since 1950 and Variations in 1960-61. (United States Department of Labor, Survey of Consumer Expenditures, 1960-61, Bureau of Labor Statistics Report No. 238-8.) Washington, D.C., 1965. Reprinted from Monthly Labor Review, Vol. 87 (1964).

Myrdal, Gunnar, Das politische Element in der nationalökonomischen Doktrinbildung. Mit einem Nachwort von Paul Streeten. Übers. von M. Schüler auf der Grundl. der Übers. von G. Mackenroth. (Schriftenreihe der Forschungsstelle der Friedrich-Ebert-Stiftung. A. Sozialwissenschaftliche Schriften.) Hannover 1963.

N

Naslin, Pierre, Dynamik linearer und nichtlinearer Systeme. Mathematische Methoden zu ihrer Behandlung. Aus dem Französischen übersetzt von Otto Gentner. München, Wien 1968.

Nemhauser, George L., Introduction to Dynamic Programming. New York, London, Sydney 1966.

Nepveu-Nivelle, F., Absatzprobleme eines neuen Produktes. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 44 (1964).

Netschert, Bruce C., Competitive Fuel Positions in a Changing World. [Rede, gehalten vor dem Rate Committee der American Gas Association, am 15. März 1965 in Washington, D.C.] Washington, D.C., 1965.

Derselbe, Future Competition in the Energy Markets. Enthalten in: Fourth Marketing Research Seminar.

Derselbe, The Gas Industry in the Long Term - An Economist's View. (American Gas Association, General Management Section Annual Conference, Philadelphia, Pa.) o.O. 1963. (Hektogr.)

Derselbe, Economic Aspects of Natural Gas Supply. Enthalten in: Economics of The Gas Industry.

Neuhauser, Gertrud, Zur Unterscheidung von Diagnose und Prognose. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Neumark, F., Gedanken zur Allgemeinheit der Wirtschaftstheorie. "Kyklos", Basel, Vol. XII (1959).

The New Young Americans and the Gas Industry. A Report with Recommendations. Prepared for the American Gas Association by Bozell and Jacobs, Inc., o.O. [1966].

Niklas, H. und M. Miller, Korrelationsrechnung und ihre Anwendung auf Statistik, Versuchswesen, Vererbungslehre, Wissenschaft und Technik. 2. Aufl. Leipzig o.J.

Note, F.G. van, Statistical and Computer Analysis of the Effects of Weather on Gas Sendout. (American Gas Association, Operating Section, Transmission Conference 1964.) New York, N.Y., 1964.

O

Ockelmann, Erich, Zur Frage kurzfristiger Wirtschaftsprognosen. "Allgemeines Statistisches Archiv", München, Bd. 40 (1956).

Ohm, Hans, Allgemeine Volkswirtschaftspolitik. Bd. I: Systematisch-theoretische Grundlegung. (Sammlung Göschen, Bd. 1195.) Berlin 1962.

Orcutt, Guy H., Actions, Consequences, and Causal Relations. "The Review of Economics and Statistics", Cambridge, Mass., Vol. XXXIV (1952).

Derselbe, Towards Partial Redirection of Econometrics. "The Review of Economics and Statistics", Cambridge, Mass., Vol. XXXIV (1952).

P

Pareto, V., Anwendungen der Mathematik auf Nationalökonomie. Enthalten in: Encyklopädie der mathematischen Wissenschaften.

Paretti, Vittorio und Gilbert Bloch, Energie und wirtschaftliches Wachstum. Entwicklung 1950 - 1961 im Gebiet der Europäischen Gemeinschaften und Vorausschätzungen für die Jahre 1965 und 1970. Vorwort von Jean Monnet. (Schriftenreihe des Instituts für international vergleichende Wirtschafts- und Sozialstatistik an der Universität Heidelberg, Bd. 3.) Freiburg i. Breisgau 1964.

Parlette, H.L., jr., Residential Appliance Load Research - How and Why. Enthalten in: Third Marketing Research Seminar.

Parson, Daniel, Future Residential and Commercial Markets for Gas. In: Seventh Financial Forum. Proceedings of the American Gas Association, Coronado, Calif., October 10 - 11, 1963. New York, N.Y., o.J.

Parzen, Emanuel, Modern Probability Theory and its Applications. (A Wiley Publication in Mathematical Statistics.) New York, London 1960.

Patey, Richard L., Preparation and Coordination of Forecasts at Corning Glass Works. Enthalten in: Sales Forecasting.

Payne, Bruce, Steps in Long-Range Planning. "Harvard Business Review", Boston, Vol. 35 (1957).

Payne, Christy, jr., Methods of Establishing and Implementing Long Term Sales Goals. Enthalten in: Fourth Marketing Research Seminar.

Perroux, François, Entwurf einer Theorie der dominierenden Wirtschaft. Übersetzt von Edgar Plan. "Zeitschrift für Nationalökonomie", Wien, Bd. XIII (1952).

Peterson, E. Dale, Selected Issues Arising from Government Regulation of the Public Utility Industries. A Study of the Issues and of the Points of View of Certain Interest Groups on the Issues. A Dissertation Submitted in the School of Business of Indiana University. o.O. 1960.

Physikalisches Wörterbuch. Hrsg. von Wilhelm H. Westphal. Berlin, Göttingen, Heidelberg 1952.

Pitman, E.J.G., Some Remarks on Statistical Inference. In: Bernoulli (1713), Bayes (1763), Laplace (1813) Anniversary Volume. Proceedings of an International Research Seminar, Statistical Laboratory, University of California, Berkeley 1963. Ed. by Jerzy Neyman and Lucien M. Le Cam. Berlin, Heidelberg, New York 1965.

Planck, Max, Physikalische Abhandlungen und Vorträge. Bd. III. Aus Anlaß seines 100. Geburtstages hrsg. von dem Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften und der Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.V. Braunschweig 1958.

Derselbe, Vorträge und Erinnerungen. 5. Aufl. der Wege zur physikalischen Erkenntnis. Volksausgabe. Stuttgart 1949.

Derselbe, Scheinprobleme der Wissenschaft. Vortrag, gehalten zuerst am 17. Juli 1946 im Physikalischen Institut der Universität Göttingen. Enthalten in: Derselbe, Vorträge und Erinnerungen.

Derselbe, Zur Geschichte der Auffindung des physikalischen Wirkungsquantums. Fassung letzter Hand. Naturw. 31. 1943. Enthalten in: Derselbe, Physikalische Abhandlungen.

Derselbe, Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft. Vortrag, gehalten zuerst im November 1941 im Goethe-Saal des Harnack-Hauses der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften zu Berlin. Enthalten in: Derselbe, Vorträge und Erinnerungen.

Derselbe, Determinismus oder Indeterminismus. Vortrag, gehalten in der Techn. Hochschule München am 4. Dezember 1937. Enthalten in: Derselbe, Vorträge und Erinnerungen.

Derselbe, Die Kausalität in der Natur. Erweiterung der Guthrie-Lecture, vorgetragen am 17. Juni 1932 in der Physical Society of London. Enthalten in: Derselbe, Vorträge und Erinnerungen.

Derselbe, Der Kausalbegriff in der Physik. Leipzig 1932. Enthalten in: Derselbe, Physikalische Abhandlungen.

Derselbe, Positivismus und reale Außenwelt. Vortrag, gehalten am 12. November 1930 im Harnack-Haus der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. Enthalten in: Derselbe, Vorträge und Erinnerungen.

Derselbe, Physikalische Gesetzlichkeit im Lichte neuerer Forschung. Vortrag, gehalten am 14. Februar 1926 in den Akademischen Kursen von Düsseldorf. Enthalten in: Derselbe, Physikalische Abhandlungen.

Derselbe, Vom Relativen zum Absoluten. Gastvorlesung, gehalten in der Universität München, am 1. Dezember 1924. Enthalten in: Derselbe, Physikalische Abhandlungen.

Derselbe, Kausalgesetz und Willensfreiheit. Öffentlicher Vortrag, gehalten in der Preußischen Akademie der Wissenschaften am 17. Februar 1923. Enthalten in: Derselbe, Vorträge und Erinnerungen.

Derselbe, Die Entstehung und bisherige Entwicklung der Quantentheorie. Nobel-Vortrag, gehalten vor der Königlich Schwedischen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm am 2. Juni 1920. Enthalten in: Derselbe, Physikalische Abhandlungen.

Derselbe, Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit. Rede, gehalten bei der Feier zum Gedächtnis des Stifters der Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin, am 3. August 1914. Enthalten in: Derselbe, Physikalische Abhandlungen.

Derselbe, Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Naturanschauung. Vortrag, gehalten am 23. September 1910 auf der 82. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Königsberg i. Pr. Enthalten in: Derselbe, Vorträge und Erinnerungen.

Platt, Heinz, Input-Output-Analyse. (Schriften zur wirtschaftswissenschaftlichen Forschung, Bd. 6.) Meisenheim a. G. 1957.

Predöhl, Andreas, Das Ende der Weltwirtschaftskrise. Eine Einführung in die Probleme der Weltwirtschaft. (rowohlts deutsche enzyklopädie, Bd. 161.) Reinbek bei Hamburg 1962.

Derselbe, Verkehrspolitik. (Grundriß der Sozialwissenschaft, Bd. 15.) Göttingen 1958.

Derselbe, Außenwirtschaft. Weltwirtschaft, Handelspolitik und Währungspolitik. (Grundriß der Sozialwissenschaft, Bd. 17.) Göttingen 1949.

Pugatschow, W.S., Grundlagen der Statistik. (Theoretische Grundlagen der Technischen Kybernetik.) Berlin 1964.

Q

Quesnay, F., Analyse du Tableau Économique. In: Derselbe, Oeuvres économiques et philosophiques. Publiées avec une introduction et des notes par Auguste Oncken. Francfort s/M, Paris 1888.

R

Randel, Robert E., Variations in Forecasting Techniques at New Departure. Enthalten in: Sales Forecasting.

Rees, J. van, Absatzprognosen für internationale Märkte. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 44 (1964).

Report of the National Fuels and Energy Study Group on an Assessment of Available Information on Energy in the United States to the Committee on Interior and Insular Affairs, United States Senate. Printed for the Use of the Committee on Interior and Insular Affairs. Committee Print, 87th Congress, 2d Session. Washington, September 21, 1962.

Resources for Freedom. A Report to the President by the President's Materials Policy Commission. Paley Commission. Washington, D.C., 1952. 5 Bde.

Reutlinger, Shlomo, Analysis of a Dynamic Model, with Particular Emphasis on Long-Run Projections. "Journal of Farm Economics", o.O., Vol. 48 (1966).

Rhodes, E.C., Reducing Observations by the Method of Minimum Deviations. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science", London, Vol. IX, 7th Series, (1930).

Ricardo, David, The Principles of Political Economy and Taxation. Introduction by Michael P. Fogarty. (Everyman's Library 590.) London, New York 1960.

Risser, Hubert E., Trends in the Uses, Cost and Competitive Position of Fossil Fuels. Reprinted from: "Coal Mining and Processing", Chicago 1965.

Ritschl, Hans, Die Methode des Verstehens in der Konjunkturdiagnose. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Robinson, Joan, Doktrinen der Wirtschaftswissenschaft. Eine Auseinandersetzung mit ihren Grundgedanken und Ideologien. Aus dem Englischen übertragen von Albert Jeck. (Beck'sche Schwarze Reihe, Bd. 33.) München 1965.

Röhricht, Kurt, Mittelfristige Bedarfsprognose in der Versorgungswirtschaft. Dargestellt am Beispiel der kommunalen Stromversorgung. (Fachschriften zur Gemeindeprüfung und Gemeindeberatung.) Stuttgart u. Köln 1966.

Roos, Charles F., Survey of Economic Forecasting Techniques. "Econometrica", Baltimore, Md., Vol. 23 (1955).

Roppert, J., Ein schnell konvergierendes Iterationsverfahren zur Matrixinversion. "Metrika", Wien, Würzburg, Vol. 8 (1964).

Rostow, Walt Whitman, Stadien wirtschaftlichen Wachstums. Eine Alternative zur marxistischen Entwicklungstheorie. Übersetzt von Elisabeth Müller. Göttingen 1960.

Rothe, R., Höhere Mathematik für Mathematiker, Physiker, Ingenieure. T. I: Differentialrechnung und Grundformeln der Integralrechnung nebst Anwendungen. Hrsg. von W. Schmeidler. 10. Aufl. Bielefeld 1952.

Rothschild, Kurt W., Wirtschaftstheoretiker und Wirtschaftsprognose. "Zeitschrift für Nationalökonomie", Wien, New York, Bd. XXVI (1966).

Ruggles, Richard, Introduction. In: Long-Range Economic Projection. By the Conference on Research in Income and Wealth, National Bureau of Economic Research. (Studies in Income and Wealth, Vol. 16.) Princeton 1954.

Rumshiskii, L.Z., Elements of Probability Theory. Translated from the Russian by D.M.G. Wishart. Oxford 1965.

S

Sachsse, Hans, Naturerkenntnis und Wirklichkeit. Einführung in die Naturphilosophie I. Braunschweig 1967.

Sales Forecasting, Uses, Techniques, and Trends. (American Management Association, Inc., Special Report No. 16.) New York, N.Y., 1956.

Samuelson, Paul A., Wirtschaftsprognose und Politik. In: Das amerikanische Beschäftigungsgesetz, Vergangenheit und Zukunft. Hrsg. von Gerhard Colm. Aus dem Englischen ins Deutsche übertragen. (Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung, Sonderhefte, N.F., Nr. 37, Reihe C: Quellen.) Berlin 1956.

Sauermann, Heinz, Einführung in die Volkswirtschaftslehre. Bd. I. Wiesbaden 1960.

Scheffé, Henry, The Analysis of Variance. (A Wiley Publication in Mathematical Statistics.) New York, London 1959.

Schlesinger, Helmut, Wert und Grenzen gesamtwirtschaftlicher Vorausschätzungen. "Allgemeines Statistisches Archiv", Göttingen, Bd. 51 (1967).

Derselbe, Was kann die quantitative Wirtschaftsforschung als Wirtschaftsstatistik und Ökonometrie zur Konjunkturdiagnose beitragen? Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Schmeidler, Werner, Vorträge über Determinanten und Matrizen mit Anwendungen in Physik und Technik. Berlin 1949.

Schmetterer, Leopold, Einführung in die mathematische Statistik. 2., verb. u. wesentlich erw. Aufl. Wien, New York 1966.

Schmidt, Klaus-Dieter, Ursula Schwarz, Gerhard Thiebach, Die Umverteilung des Volkseinkommens in der Bundesrepublik Deutschland, 1955 und 1960. (Schriftenreihe des Instituts für angewandte Wirtschaftsforschung, Tübingen, Bd. 4.) Tübingen 1965.

Schmitt, R.C. and A.H. Crosetti, Short-Cut Methods of Forecasting City Population. "Journal of Marketing", Chicago, Vol. 17 (1953). Zitiert nach: Marketing Research Handbook. Siehe: Marketing Research Handbook.

Schmucker, Helga, Die langfristigen Strukturwandlungen des Verbrauchs der privaten Haushalte in ihrer Interdependenz mit den übrigen Bereichen einer wachsenden Wirtschaft. Enthalten in: Strukturwandlungen.

Schneider, Erich, Einführung in die Wirtschaftstheorie. T. 3: Geld, Kredit, Volkseinkommen und Beschäftigung. 6., verb. u. erw. Aufl. Tübingen 1961.

Derselbe, Einführung in die Wirtschaftstheorie. T. 2: Wirtschaftspläne und wirtschaftliches Gleichgewicht in der Verkehrswirtschaft. 7., verb. Aufl., Tübingen 1961.

Derselbe, Propheten des Unprophezeibaren? "Zeitschrift für das gesamte Kreditwesen", Frankfurt/M., Jg. 5 (1952).

Schneider, Hans K., Vorwort. Enthalten in: Dieter Schröder.

Derselbe, Möglichkeiten und Grenzen der Wirtschaftsprognose. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Scholz, H., Praktische Lösung von Aufgaben der Matrizenrechnung. In: Anwendungen der Matrizenrechnung auf wirtschaftliche und statistische Probleme. A. Adam, F. Ferschl, A. Klamecker, A. Klingst, O. Pichler, J. Roppert, H. Scholz, K. Wenke, W. Wetzel. 2., durchges. u. erw. Aufl. Würzburg 1963.

Schöpf, Anton, Das Prognoseproblem in der Nationalökonomie. Versuch einer Gesamtbetrachtung. (Beiträge zur ganzheitlichen Wirtschafts- und Gesellschaftslehre, Bd. 2.) Berlin 1966.

Schreiber, Bernd, Der spezifische Energieverbrauch der Industrie. Seine Entwicklung, seine Bestimmungsfaktoren und ihre Auswirkungen 1950 - 1960. (Schriftenreihe des Ifo-Instituts für Wirtschaftsforschung, Nr. 57.) Berlin, München 1964.

Schröder, Dieter, Strukturwandel, Standortwahl und regionales Wachstum. Bestimmungsgründe der regionalen Wachstumsunterschiede der Beschäftigung und der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland 1950 bis 1980. Unter Mitarbeit von Wolfgang Hunger, Bernhard Netzband, Hartmut Pauli, Jürgen Schierholz, Wolfgang Uebe, Vera Zappa. Mit einem Vorwort von Hans K. Schneider. (Prognos Studien, Beiträge zur angewandten Wirtschaftsforschung, 3.) Stuttgart 1968.

Derselbe, Prognosen über Regionalmärkte. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 46 (1966).

Schurr, Sam H. and Bruce C. Netschert, Energy in the American Economy, 1850 - 1975. An Economic Study of its History and Prospects. With Vera F. Eliasberg, Joseph Lerner, Hans H. Landsberg. Baltimore 1960.

Schwarz, H.R., Numerik symmetrischer Matrizen. Unter Mitwirkung von H. Rutishauser und E. Stiefel. (Leitfäden der angewandten Mathematik und Mechanik, Bd. 11.) Stuttgart 1968.

Scott, Alfred C., Finding and Evaluating Basic Data for Sales Forecasting. Enthalten in: Sales Forecasting.

Seidenfus, H.St., Inwieweit ist die verstehende Methode für die Konjunkturdiagnose nützlich oder unerläßlich? Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Shomaker, Larry, Bringing the Future into Focus. (American Gas Association, General Management Section Annual Conference, Denver, Colo.) o.O. 1962. (Hektogr.)

Silk, Leonard S., Forecasting Business Trends. New York, Toronto, London 1963.

Simon, Herbert A., Causal Ordering and Identifiability. Enthalten in: Studies in Econometric Method.

Singleton, Robert R., A Method for Minimizing the Sum of Absolute Values of Deviations. "The Annals of Mathematical Statistics", Baltimore, Md., Vol. XI (1940).

Smirnow, W.I., Lehrgang der höheren Mathematik. T. I. 8., berichtigte Aufl. Übersetzt von Klaus Krienes. (Hochschulbücher für Mathematik, hrsg. von H. Grell, K. Maruhn und W. Rinow, Bd. 1.) Berlin 1967.

Derselbe, Lehrgang der höheren Mathematik, T. II. 7., berichtigte Aufl. Übersetzt von Klaus Krienes. (Hochschulbücher für Mathematik, Bd. 2.) Berlin 1966.

Smith, Adam, The Wealth of Nations. Introduction by Edwin R.A. Seligman. (Everyman's Library 412.) London, New York 1957.

Smith, R. Blair, Increasing Forecast Accuracy Through Good Organization. Enthalten in: Sales Forecasting.

Snedecor, George W., Statistical Methods Applied to Experiments in Agriculture and Biology. 4th ed. Ames, Iowa, 1946.

Space Heating Gas Consumption in Central Heating Plants Serving Individual Dwelling Units in Chicago. A Field Study of the Effects of Daily Mean Temperature, Day of Week, Holiday Influence, Daily Mean Wind Speed, Sunshine Duration, Sky Cover Upon Daily Gas Consumption. The Peoples Gas Light and Coke Company, Market Research Department. [Chicago] 1958.

Standard Metropolitan Statistical Areas. Executive Office of the President, Bureau of the Budget. Washington, D.C., 1964.

Statistical Abstracts of the United States, 1965. 86th Annual Edition. U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census. Washington, D.C., 1965.

Statistical Inference in Dynamic Economic Models. Ed. by Tjalling C. Koopmans, with Introduction by Jacob Marschak. (Cowles Commission for Research in Economics, Monograph No. 10.) New York, London 1950.

Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften. Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen 1957 - 1966, Zahlungsbilanzen 1962 - 1966. Jährliche Veröffentlichung. Brüssel 1967.

Steffe, Horst O., Einige Thesen zur derzeitigen Praxis der laufenden Konjunkturdiagnose. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Stewart, William B., The Practical Use of Mathematics in Forecasting. Possibilities and Limitations of New Techniques Available. Enthalten in: Sales Forecasting.

Stigler, George J., The Early History of Empirical Studies of Consumer Behavior. "The Journal of Political Economy", Chicago, London, Vol. LXII (1954).

Stockton, John R., Richard C. Henshaw, Richard W. Graves, Economics of Natural Gas in Texas. (The University of Texas Research Monograph No. 15.) Austin 1952.

Stone, Richard, The Role of Measurement in Economics. The New March Lectures, 1948 - 1949, Given at University College, London. (University of Cambridge, Department of Applied Economics, Monographs 3.) Cambridge 1951.

Strukturwandlungen einer wachsenden Wirtschaft. Verhandlungen auf der Tagung des Vereins für Socialpolitik, Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, in Luzern 1962. Hrsg. von Fritz Neumark. (Schriften des Vereins für Socialpolitik, N.F., Bde. 30/I u. II.) Berlin 1964.

Studies in Econometric Method. Ed. by Wm.C. Hood and Tjalling C. Koopmans. (Cowles Commission for Research in Economics Monograph, No. 14.) New York, London 1953.

A Study of Process Energy Requirements for U.S. Industries. American Gas Association, Sales Promotion. [Unvollendetes und unveröffentlichtes Manuskript.] New York [Mai 1967.]

T

Taubes, Jacob, Four Ages of Reason. For Max Horkheimer on His Sixtieth Birthday 1955. "Archiv für Rechts- und Sozialphilosophie", Neuwied/Rh. u. Berlin, Bd. XLII (1956).

Terry, Lyon F., Future Life of the Natural Gas Industry. Enthalten in: Economics of the Gas Industry.

Theil, Henri, Applied Economic Forecasting. Assisted by G.A.C. Beerens, C.G. De Leeuw, C.B. Tilanus. (Studies in Mathematical and Managerial Economics, Vol. 4.) Amsterdam 1966.

Derselbe, Economic Forecasts and Policy. Assisted by J.S. Cramer, H. Moerman, A. Russchen. (Contributions to

Economic Analysis XV.) Amsterdam 1958.

Derselbe, Who Forecasts Best? Translated by L.F. Manneke. "International Economic Papers", London, New York, No. 5 (1955).

Derselbe and Robert H. Mnookin, The Information Value of Demand Equations and Predictions. "The Journal of Political Economy", Chicago, Ill., Vol. LXXIV (1966).

Derselbe and A.L. Nagar, Testing the Independence of Regression Disturbances. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

Third Marketing Research Seminar for Gas Utilities. American Gas Association, Marketing Research Committee. Chicago, Ill., 1961.

Thomas, James J., Notes on the Theory of Multiple Regression Analysis. (Center of Economic Research, Training Seminar Series 4.) Athens 1964.

Thomas, R.W., Relationship between Petrochemical Diversification and Natural Gas. Enthalten in: Economics of the Gas Industry.

Thorp, Edward O., Elementary Probability. New York, London, Sydney 1966.

Tibbets, Thomas R., Expanding Ownership of Household Equipment. (United States Department of Labor, Survey of Consumer Expenditures, 1960 - 61, Bureau of Labor Statistics Report No. 238 - 7.) Washington, D.C., November 1964. Reprinted from Monthly Labor Review, Vol. 87 (1964).

Tinbergen, Jan, Die Prognose als Basis der Wirtschaftspolitik. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Derselbe, Economic Policy: Principles and Design. (Contributions to Economic Analysis.) Amsterdam 1956.

Derselbe, Einführung in die Ökonometrie. Mit einem Geleitwort von Erich Schneider. (Sammlung Die Universität, Bd. 31.) Wien, Stuttgart 1952.

Tintner, Gerhard, The Statistical Work of Oskar Anderson. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 56 (1961).

Derselbe, Handbuch der Ökonometrie. (Enzyklopädie der Rechts- und Staatswissenschaft, Abteilung Staatswissenschaft.) Berlin, Göttingen, Heidelberg 1960.

Topitsch, Ernst, Sozialtheorie und Gesellschaftsgestaltung. "Archiv für Rechts- und Sozialphilosophie", Neuwied/Rh. u. Berlin, Bd. XLII (1956).

Tress, R.C., The Contribution of Economic Theory to Economic Prognostication. "Economica", London, New Series, Vol. XXVI (1959).

Tuchtfeld, Egon, Die Prognose als Basis der Wirtschaftspolitik. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Turner, H.H., On Mr. Edgeworth's Method of Reducing Observations Relating to Several Quantities. "The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science", London, Vol. XXIV, 5th Series, (1887).

U

Ulrich, Herbert, Langfristige Absatzplanung in der eisenschaffenden Industrie. In: Absatzplanung in der Praxis. Hrsg. von Erich Gutenberg. Wiesbaden 1962.

Derselbe, Methoden zur Vorausschätzung des Walzstahlbedarfs. "Stahl und Eisen", o.O., Jg. 80 (1960).

U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, Population Division, "Americans at Mid-Decade", Washington, D.C., Series P-23, 1966 (revised), No. 16.

U.S. Department of Commerce, Bureau of the Census, Population Estimates, 1964, Projections of the Population of the United States, by Age and Sex: 1964 to 1985, with Extensions to 2010. Washington, D.C., Series P - 25, 1964, No. 286.

U.S. Department of Commerce, Business and Defence Services Administration, Office of Marketing Service, Changing Metropolitan Markets 1950 - 1960. Population Trends in Standard Metropolitan Statistical Areas. Washington, D.C., November 1961.

U.S. Department of Commerce, Weather Bureau, "Climatological Data", National Summary, November 1964. Asheville 1965. Vol. 15, No. 11.

U.S. Department of Commerce, Weather Bureau, "Climatography of the United States", No. 85: Decennial Census of United States Climate. Monthly Averages for State Climatic Divisions 1931-1960. Washington, D.C., 1963.

U.S. Department of Commerce, Weather Bureau, "Climatography of the United States", Climates of the States: Illinois, August 1959. Washington, D.C., 1959. No. 60-11.

V

Vazsonyi, Andrew, Die Planungsrechnung in Wirtschaft und Industrie. Wien u. München 1962.

The Vigorous Battle for Energy Markets. "Investor's Reader", New York 1966.

Visher, Stephen Sargent, Climatic Atlas of the United States. Cambridge 1954.

Vorbericht zum Gebietsentwicklungsplan. Landesplanungsgemeinschaft Rheinland. Düsseldorf 1954.

W

Waerden, B.L. van der, Mathematische Statistik. 2. Aufl. (Die Grundlehren der mathematischen Wissenschaften in Einzeldarstellungen mit besonderer Berücksichtigung der

Anwendungsgebiete, Bd. 87.) Berlin, Heidelberg, New York 1965.

Wagemann, Ernst, Narrenspiegel der Statistik. Die Umrisse eines statistischen Weltbildes. Hamburg 1935.

Wagner, Harvey M., Non-Linear Regression with Minimal Assumptions. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 57 (1962).

Derselbe, Linear Programming Techniques for Regression Analysis. "Journal of the American Statistical Association", Washington, D.C., Vol. 54 (1959).

Wald, A., Note on the Identification of Economic Relations. Enthalten in: Statistical Inference in Dynamic Economic Models.

Walker, Helen M., Statistische Methoden für Psychologen und Pädagogen. Eine Einführung. Deutsche Bearbeitung von Hans Anger. Ins Deutsche übersetzt von Hans Anger und Friedrich Tenbruck. 5. Aufl. Weinheim (Bergstr.) 1963.

Waschkau, Hans, Ist der Begriff "Korrelation" in der sozialökonomischen Statistik notwendig? "Statistische Praxis", o.O. Jg. 17 (1962).

Wasserburger, H.-J., 300 Millionen Jahre alte Seekatzen. "Frankfurter Allgemeine Zeitung", 11. Juni 1969 (Nr. 132).

Weidenhammer, Robert M., Economic Forecasts and Projections. Some Past Failures and New Methods. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Weippert, Georg, Zur verstehenden Methode. Enthalten in: Diagnose und Prognose.

Weiss, E.B., The New Area of the Sophisticated Shopper. o.O. 1960.

Wendt, Friedrich, Verfahren der Vorausschätzung. "Wirtschaftsdienst", Hamburg, Jg. 46 (1966).

Why New Products Fail. Survey of Business Opinion and Experience. National Industrial Conference Board, and the Conference Board in Canada. New York, Montreal 1964.

Williams, E.J., Regression Analysis. (A Wiley Publication in Applied Statistics.) New York, London 1959.

Winkler, Wilhelm, Statistische Maße, die ungleich messen. "Allgemeines Statistisches Archiv", München, Bd. 40 (1956).

Wissler, Albert, Empirische Konjunkturforschung als "exakte" Wissenschaft. Theorie und Empirie. In: Wirtschaftsforschung und Wirtschaftsführung. Vorträge und Aufsätze. Festgabe für Ferdinand Friedensburg zum 70. Geburtstage. Berlin 1956.

Wold, Herman, Causal Inference from Observational Data. A Review of Ends and Means. "Journal of the Royal Statistical Society", Series A (General), London, Vol. 119 (1956).

Derselbe, A Study in the Analysis of Stationary Time Series. With an Appendix by Peter Whittle. 2nd ed. Stockholm 1954.

Wrapp, H. Edward, Organization for Long-Range Planning. "Harvard Business Review", Boston, Vol. 35 (1957).

Y

Yule, G. Udny, Why Do We sometimes Get Nonsense-Correlations between Time-Series? - A Study in Sampling and the Nature of Time-Series. "Journal of the Royal Statistical Society", London, Vol. LXXXIX (1926) New Series.

Derselbe, On the Time-Correlation Problem, with Especial Reference to the Variate-Difference Correlation Method. "Journal of the Royal Statistical Society", London, Vol. LXXXIV (1921) New Series.

Yunich, David L., A New Generation of Consumers. [Rede, gehalten anläßlich des American Marketing Association Meeting. New York, 18. Februar 1965.] New York 1965.

Z

Zimmerman, O.T. and Irvin Lavine, Conversion Factors and Tables. 3rd ed. Dover, N.H., 1961.